

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA DE SISTEMAS

Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO DE SISTEMAS

TEMA:

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
GESTIÓN DE INFORMACIÓN AGROCLIMATOLÓGICA PARA EL
SUBPROCESO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN METEOROLÓGICA
DEL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA -
INAMHI**

AUTORES:

**JUAN PABLO LLERENA LASTRA
JUAN RODOLFO MOLINA VEINTIMILLA**

DIRECTOR:

FRANKLIN EDMUNDO HURTADO LARREA

Quito, noviembre del 2013

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO
DEL TRABAJO DE GRADO**

Nosotros, Juan Rodolfo Molina V. y Juan Pablo Llerena L., autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Juan Pablo Llerena Lastra

CC 1712734951

Juan Rodolfo Molina Veintimilla

CC 1713850491

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a mi padre Dios por las bendiciones dadas cada uno de los días de mi vida, a mi esposa e hijos por su paciencia, apoyo, comprensión y amor en este trayecto, de igual manera a mis padres por su ayuda para poder llegar a la culminación de esta etapa de mi vida, gracias por todo.

Juan Pablo Llerena Lastra

Mi dedicatoria está dirigida a todos mis compañeros de universidad que compartieron tiempos de estudio, de compañerismo y sobre todo de amistad en fin a todos aquellos estudiantes que realizaron sus estudios en tan prestigiosa institución en busca de un profesionalismo en la sociedad.

Juan Rodolfo Molina Veintimilla

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento está dirigido a la Universidad Politécnica Salesiana por haber albergado durante todos estos años de estudio, nuestro gran sueño de llegar a ser profesionales, de igual manera estamos eternamente agradecidos con todos y cada uno de los maestros que compartieron con nosotros sus conocimientos los cuales fueron esenciales para nuestra vida laboral.

Juan Pablo Llerena Lastra

Juan Rodolfo Molina Veintimilla

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1.....	4
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA	4
1.1 CONOCIENDO EL INAMHI	4
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL INAMHI CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN DIFUNDIDA	5
1.3 PROCESOS	5
1.4 BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	5
CAPÍTULO 2.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 LA ATMÓSFERA	7
2.1.1 Composición de la atmósfera	7
2.1.2 Capas de la atmósfera.....	7
2.2 DATOS ATMOSFÉRICOS Y EL CLIMA	8
2.3 TIPOS DE DATOS ATMOSFÉRICOS	9
2.3.1 Temperatura	9
2.3.2 Presión atmosférica	10
2.3.3 Viento	11
2.3.4 Precipitación.....	12
2.3.5 Humedad del Aire	15
2.3.6 Evaporación.....	16
2.3.7 Transpiración.....	16
2.4 TIPOS DE CLIMA EN EL ECUADOR Y SU INFLUENCIA EN EL AGRO	16
2.4.1 Fenología agrícola	20
2.5 CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ÚLTIMOS TIEMPOS	29
2.5.1 Adaptación al cambio climático	29
2.6 PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS BASADOS EN DATOS ATMOSFÉRICOS.....	30
2.7 SERVIDOR DE APLICACIONES WEB APACHE TOMCAT 7.....	31
2.8 SISTEMA GESTOR DE BASE DE DATOS MYSQL 5	33
2.8.1 Características	33

2.9	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN JAVA	34
2.9.1	JSF (Java Server Fases) 2.....	35
2.10	PATRÓN DE DISEÑO MVC	37
2.10.1	Arquitectura MVC.....	37
CAPÍTULO 3.....		39
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....		39
3.1	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	39
3.1.1	Requerimientos a nivel de administrador.....	39
3.1.2	Requerimientos a nivel de usuario	40
3.1.3	Requerimientos para pista de auditoria	41
3.2	DEFINICIÓN DE PROCESOS Y SUBPROCESOS A IMPLEMENTAR	42
3.2.1	Definición de proceso Macro	42
3.2.2	Diagrama de subprocesos.....	43
3.2.3	Diagramas de casos de uso del sistema informático	46
3.2.4	Explicación general de los diagramas	61
3.3	FUNCIONAMIENTO DE PROCESOS.....	62
3.3.1	Detalle de procesos realizados automáticamente	62
3.3.2	Qué no hace el sistema	63
3.3.3	Perfiles del usuario	63
CAPÍTULO 4.....		64
CONSTRUCCIÓN DE LA APLICACIÓN.....		64
4.1	DISEÑO DEL SISTEMA	64
4.1.1	Diseño de clases	64
4.1.2	Diseño de la arquitectura de módulos del sistema	71
4.1.3	Aprobación del diseño del sistema.....	79
4.2	CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA	79
4.2.1	Preparación del entorno de generación y construcción.....	79
4.2.2	Generación del código.....	80
4.2.3	Código web	80
4.2.4	Ejecución de las pruebas unitarias.....	89
4.2.5	Ejecución de las pruebas de integración.....	92
4.2.6	Ejecución de las pruebas del sistema	93

4.2.7	Elaboración de los manuales de usuario.....	94
4.2.8	Aprobación del sistema	95
CAPÍTULO 5.....		96
PRUEBAS Y RESULTADOS		96
5.1	IMPLEMENTACIÓN, ACEPTACIÓN Y PRUEBAS	96
5.1.1	Pruebas de implantación del sistema.....	96
5.1.2	Pruebas de aceptación del sistema	96
5.1.3	Presentación y aprobación del sistema.....	98
5.1.4	Capacitación de usuarios	98
CONCLUSIONES.....		101
RECOMENDACIONES.....		103
LISTA DE REFERENCIAS		105
GLOSARIO		112
SIGLAS.....		114
ABREVIATURAS.....		115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Capas atmosféricas	8
Figura 2. Termómetro de máxima y mínima.....	10
Figura 3. Relación presión atmosférica - altitud	11
Figura 4. Barómetro de mercurio.....	11
Figura 5. Diagrama circulación de viento.....	12
Figura 6. Veleta (1) y Anemómetro (2).....	12
Figura 7. Pluviómetro	14
Figura 8. Psicrómetro	15
Figura 9. Tanque evaporímetro	16
Figura 10. Mapas de climas del Ecuador	19
Figura 11. Arquitectura de Tomcat.....	32
Figura 12. Funcionamiento de JSP.....	35
Figura 13. Ciclo de vida de JSF	36
Figura 14. Arquitectura MVC	37
Figura 15. Funcionamiento de la arquitectura MVC en JSF	38
Figura 16. Lógica de negocio de la generación del boletín	43
Figura 17. Diagrama Consulta de datos.....	44
Figura 18. Diagrama Cálculo de datos agroclimatológicos.....	45
Figura 19. Diagrama Generación de boletín.....	46
Figura 20. Diagrama de caso de uso General	47
Figura 21. Diagrama de caso de uso Autenticar	48
Figura 22. Diagrama de actividades Registrar usuario.....	49
Figura 23. Diagrama de actividades Autenticar	50
Figura 24. Diagrama de caso de uso Probabilidad de helada	50
Figura 25. Diagrama de actividades Ingreso de datos meteorológicos	51

Figura 26. Diagrama de caso de uso Calcular	52
Figura 27. Diagrama de actividades Seleccionar datos	53
Figura 28. Diagrama de actividades Ingresar umbrales	54
Figura 29. Diagrama de actividades Calcular	55
Figura 30. Diagrama de actividades Visualizar resultados.....	56
Figura 31. Diagrama de caso de uso Visualizar gráficas.....	57
Figura 32. Diagrama de actividades Visualizar gráficas.....	57
Figura 33. Diagrama de caso de uso Generar boletín.....	58
Figura 34. Diagrama de actividades Generar boletín.....	58
Figura 35. Diagrama de caso de uso Administrador	59
Figura 36. Diagrama de actividades Cambio correo administrador.....	60
Figura 37. Diagrama de actividades Administración de usuarios.....	61
Figura 38. Diseño de clases Paquete cálculos	64
Figura 39. Diseño de clases Paquete mapeo.....	66
Figura 40. Diseño de clases Paquete DAO	67
Figura 41. Diseño de clases Paquete resultados	68
Figura 42. Diseño de clases Paquete controladores	69
Figura 43. Diseño de clases Paquete validaciones	70
Figura 44. Diagrama navegacional Administrador	71
Figura 45. Diagrama navegacional Usuario	72
Figura 46. Estructura del sitio Autenticar	73
Figura 47. Estructura del sitio General.....	74
Figura 48. Diagrama secuencial.....	76
Figura 49. Diagrama de base de datos MCH.....	77
Figura 50. Diseño arquitectónico	78
Figura 51. Código web de página Registro	83

Figura 52. Página de Autenticación.....	87
Figura 53. Código web de Cálculos de temperatura.....	87
Figura 54. Página de Cálculo de temperatura.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación climática región litoral	17
Tabla 2: Clasificación climática región interandina	18
Tabla 3: Clasificación climática región oriental.....	18
Tabla 4: Acumulación de horas frío	24
Tabla 5: Período húmedo seco	29
Tabla 6: Directorios de Apache Tomcat	31
Tabla 7: Descripción caso de uso Registrar usuario	48
Tabla 8: Descripción caso de uso Autenticar	49
Tabla 9: Descripción caso de uso Ingreso de datos meteorológicos	51
Tabla 10: Descripción caso de uso Ingreso de datos meteorológicos.....	53
Tabla 11: Descripción caso de uso Ingresar umbrales	54
Tabla 12: Descripción caso de uso Calcular	55
Tabla 13: Descripción caso de uso Visualizar resultados	56
Tabla 14: Descripción caso de uso Visualizar gráficas	57
Tabla 15: Descripción caso de uso Generar boletín.....	58
Tabla 16: Descripción caso de uso Cambio correo administrador.....	59
Tabla 17: Descripción caso de uso Administración de usuarios	60
Tabla 18: Pruebas Unitarias Autenticar	90
Tabla 19: Pruebas Unitarias Calcular datos	90
Tabla 20: Pruebas Unitarias Visualizar gráficas	91
Tabla 21: Pruebas Unitarias Generar boletín	91
Tabla 22: Pruebas Unitarias Probabilidad de helada.....	91
Tabla 23: Pruebas Unitarias Administrador	91
Tabla 24: Pruebas de Integración Administrador / Autenticar.....	92
Tabla 25: Pruebas de Integración Autenticar / Calcular	92

Tabla 26: Pruebas de integración Calcular / Visualizar gráficas.....	92
Tabla 27: Pruebas de integración Visualizar gráficas / Generar boletín.....	93
Tabla 28: Pruebas de Sistema SGIA	94
Tabla 29: Pruebas de Implantación del sistema SGIA	96
Tabla 30: Pruebas de Aceptación del sistema.	97
Tabla 31: Plan de capacitación de usuarios	99

RESUMEN

El sistema SGIA (Sistema de Gestión de Información Agroclimatológica), fue creado para automatizar cálculos y presentar información de índices agrícolas, de esta forma se facilita y optimiza el proceso de realización de boletines agroclimatológicos elaborados por el personal del Subproceso de Estudios e Investigación Meteorológicas.

Los cálculos realizados en el sistema, son resultado de estudios del personal del INAMHI, los mismos que fueron empleados para la investigación propia de la situación climática del país. Este sistema provee información confiable obtenida a través de cálculos automáticos, el resultado de ellos servirá como aporte para la realización de estudios relacionados con el progreso del rendimiento agrícola.

El documento, está compuesto por cinco capítulos, el primero define lo que es el INAMHI, su situación actual, procesos que se cumplen diariamente para lograr alcanzar los objetivos trazados y beneficios de la implementación de este sistema informático.

El segundo capítulo trata sobre los aspectos relacionados con la meteorología, las variables meteorológicas, su origen, su clasificación y su forma de medición; además se abordan temas sobre las herramientas utilizadas para desarrollar el sistema.

En el tercer capítulo se exponen los requerimientos necesarios para el desarrollo de la aplicación, así como también la definición de procesos y diagramas con sus respectivas descripciones.

El cuarto capítulo se basa en la construcción de la aplicación a través del análisis y diseño, de esta forma llegar a una aprobación satisfactoria del usuario final.

En el quinto capítulo se realiza diferentes tipos de pruebas, las mismas que buscan la aprobación final del sistema, además un plan de capacitación a usuarios.

ABSTRACT

The SGIA (Information Management Agroclimatic System) system, was created to automate calculations and present information of agriculture index, thus facilitates and streamlines the process of conducting agroclimatological bulletins prepared by the staff of thread for Studies and Research Meteorological.

The calculations performed in the system, are the result of studies INAMHI staff, the same as were used for the investigation of the climatic situation own country. This system provides reliable information obtained through automatic calculations, the result of which will serve as input for studies related to agricultural performance progress.

The document is composed of five chapters, the first defines what is INAMHI, its current situation, processes that are met daily to achieve achieving objectives and benefits of the implementation of this computer system.

The second chapter deals with aspects related with meteorology, meteorological variables, their origin, their classification and measurement form, also addresses issues on the tools used to develop the system.

In the third chapter describes the requirements for the development of the application, as well as the definition of processes and diagrams with descriptions.

The fourth chapter is based on the construction of the application based on the analysis and design, thus reach a satisfactory end-user adoption.

In the fifth chapter presents different types of tests, the same who seek final approval of the system, and a training plan for users.

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

El INAMHI posee una red de estaciones que mide parámetros meteorológicos, información que contribuye a conocer el tiempo y las condiciones climáticas del país. Esta información se ha visto limitada en su difusión a los diferentes sectores socioeconómicos del país para la formulación y evaluación de planes de desarrollos locales y nacionales.

Actualmente el departamento de Subproceso de Estudios e Investigación Meteorológica no tiene un sistema de gestión informático capaz de llegar con facilidad al público objetivo (especialistas, investigadores, catedráticos, estudiantes) debido a la demora de sus procesos para generar boletines agroclimatológicos con información en tiempo real o datos estadísticos registrados en un sistema de base de datos.

El principal inconveniente de difundir los pronósticos agroclimatológicos en el Ecuador, es que estos no son tan accesibles a las personas (agricultores, ganaderos, ingenieros, agrónomos, ambientales, estudiantes), debido a que ellos no siempre podrían desplazarse a las instalaciones del INAMHI. Es por este motivo que se ha visto la necesidad de fortalecer el uso de nuevas tecnologías de información y comunicación (INAMHI, 2012).

Objetivos

Objetivo general

Implementar un sistema informático para analizar e interpretar datos atmosféricos en tiempo real mediante el uso de herramientas tecnológicas que asegure exactitud en los cálculos que favorecerán a la agricultura, eligiendo metodologías estadísticas para estimar índices agroclimatológicos, que sean de fácil interpretación.

Objetivos específicos

- a) Conocer el proceso actual que se le da a la información, para entender la disponibilidad de los datos y su uso.

- b) Determinar las herramientas informáticas para la elaboración y desarrollo del sistema e implementar metodología RUP (Rational Unified Process) para garantizar estándares de calidad en el desarrollo del software.
- c) Acceder a la información almacenada en la Base de Datos del INAMHI, para la estimación de índices.
- d) Dar un formato específico a los datos para crear series de análisis.
- e) Implementar gráficos explicativos de resultados e informes.
- f) Elaboración de documentos técnicos y de usuarios.
- g) Capacitación a los usuarios.

Justificación

En la actualidad, la población del Ecuador carece de un sistema informático que sea capaz de ofrecer datos atmosféricos reales que hayan sido tomados en zonas que se desea realizar el análisis y que además brinde un pronóstico agroclimatológico ya sea en base a ecuaciones matemáticas que cuente con la aprobación de la institución encargada de realizar esta tarea, también la población no tiene acceso a información del estado climático oportunamente, esto ocasiona que se vea limitada a realizar sus actividades normalmente, por esta razón se propone una aplicación que ofrezca esta y otra información relacionada con datos atmosféricos en tiempo real y estadísticos.

El sistema propuesto para el Subproceso de Estudios e Investigación Meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI, es un aporte informático importante, debido a que mejorará el rendimiento del personal humano facilitando de cierta forma su trabajo con la automatización de cálculos y procesos para la creación de un producto para la comunidad como es: generar boletines agroclimatológicos, o presentar de forma didáctica gráficos estadísticos.

Se podrá acceder a esta información por medio de navegadores de internet que utilizan los dispositivos móviles, computadoras personales, computadoras portátiles, televisiones con sistema de redes inalámbricas wireless y palm´s.

Alcance del proyecto

El Sistema de Gestión de Información agroclimatológica, debe ser capaz de tomar acciones automáticas y en tiempo real, tales como la interpretación de los datos, para luego proceder a dar formato a datos que serán verificados posteriormente, con esta información se procederá a crear series de análisis y a realizar el cálculo estadístico correspondiente para realizar un boletín agroclimatológico lo más exactamente posible de acuerdo con los estándares establecidos. Tomando como base descriptiva los siguientes puntos.

Recepción de datos atmosféricos que llegan mediante un mensaje Sinóptico.

Esta información es transformada en secuencias tri-horarias o diarias para luego ser interpretadas y utilizadas en el Subproceso de Estudios e Investigación Meteorológica.

Los datos recibidos son cálculos de presión atmosférica, punto de rocío, humedad relativa, dirección y fuerza del viento, tipos de nubes en diferentes niveles, visibilidad horizontal, temperatura máxima, temperatura mínima, variación barométrica, entre otros.

Con esta información, se realizan las series, de acuerdo a los estándares de la Organización Mundial de Meteorología – OMM, descritos en los anexos que se adjuntan al documento.

El sistema realiza cálculos estadísticos basados en medias porcentuales, además, presenta resultados tales como evapotranspiración, probabilidad de Helada, unidades frío (acumulación de horas de frío que necesita la planta), unidades fototérmicas (cantidad de energía incidente en el ambiente de cultivo), etc.

CAPÍTULO 1

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

1.1 Conociendo el INAMHI

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2012) es una entidad con autonomía administrativa y técnica, con representación nacional e internacional, está adscrito a la Secretaría Nacional de Riesgo y tiene jurisdicción en todo el país.

Fue creado el 4 de agosto de 1961 y por disposición legal, como una necesidad y un derecho fundamental de la comunidad. Es el ente rector, coordinador y normalizador de la política hidrometeorológica nacional. Su normativa constitutiva le faculta para el establecimiento, operación y mantenimiento de la red de estaciones hidrometeorológicas, razón por la cual es una institución que genera información básica y suministra servicios y productos hidrometeorológicos necesarios para el desarrollo del país, para la protección de la vida humana y los bienes materiales.

Es miembro de la Organización Meteorológica Mundial, WMO (World Meteorological Organization), organización intergubernamental especializada de las Naciones Unidas para la Meteorología (el tiempo y el clima), la Hidrología Operativa y las ciencias conexas y por medio de esta, contribuye al esfuerzo internacional mediante el intercambio de información con otros países, sobre el tiempo, el clima, los recursos hídricos, de acuerdo a las normas aplicadas a nivel internacional.

A través de la ciencia y la tecnología actual tiene la posibilidad de vigilar y predecir el comportamiento de la atmósfera y las aguas interiores, además produce información fundamental para emitir alertas tempranas que pueden salvar muchas vidas, reducir los daños materiales y proteger el medio ambiente (INAMHI, 2012).

Mantiene un sistema de cooperación y suministro de información oportuna y segura, con los medios de comunicación, prensa, radio, televisión; además de números telefónicos especiales, facsímil, correo electrónico, conversación directa con un meteorólogo, para la entrega del pronóstico diario del tiempo, predicciones y avisos de fenómenos meteorológicos e hidrológicos extremos, al público; Defensa Civil; Gobierno Central y otros organismos públicos y privados.

Colabora en las actividades nacionales de planificación a corto y largo plazos para el desarrollo sostenible del país.

Opera y mantiene la infraestructura nacional de estaciones meteorológicas e hidrológicas: recopila, estudia, procesa, publica, y difunde la información hidrometeorológica.

1.2 Situación actual del INAMHI con respecto a la información difundida

El principal inconveniente con la información agroclimatológica que difunde la institución, es que no es accesible para las personas cuando la necesitan, por ende carecen de información real y a tiempo lo que ocasiona que no puedan planificar las acciones para prevenir los daños producidos por los fenómenos climáticos en sus actividades agrarias y su trabajo en muchas ocasiones se ve entorpecido por condiciones climáticas no favorables.

1.3 Procesos

El departamento de Subproceso de Estudios e Investigación meteorológica, cumple con dos procesos esenciales, los cuales deben ir en forma secuencial para poder llegar a la difusión de la información. El primer proceso es el encargado de realizar los diferentes estudios utilizando variables climatológicas como por ejemplo; precipitación, evaporación y temperatura entre otras, el segundo proceso difunde esta información mediante diferentes boletines los cuales son publicados en portal web de la institución.

1.4 Beneficios de la implementación del sistema

- a) El sistema SGIA tiene como bondades la organización, representación, rapidez y exactitud de los cálculos.
- b) Permite al usuario procesar información en forma instantánea y de forma interactiva.
- c) La estimación de índices climatológicos sirve de base para realizar estudios sobre la fenología agrícola o cualquier estudio que utilice estos índices.

- d)** La información obtenida de los índices calculados pueden servir para prevenir o mitigar efectos climáticos que afectan a los cultivos.
- e)** El sistema es alimentado con datos de un punto específico para realizar los cálculos y mostrar los resultados.
- f)** Los datos y los cálculos obtenidos son representados mediante gráficas estadísticas que facilitan el análisis de la información.
- g)** El cálculo de estos índices asegura un mejor uso del suelo y por tanto mejora la producción de los cultivos que es una de las políticas actuales del gobierno para promover la seguridad alimentaria.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 La atmósfera

Domínguez (2004) indica que la atmósfera es la capa gaseosa que rodea la Tierra, además de contener el aire, incluye partículas sólidas y líquidas en suspensión, o aerosoles y nubes. La atmósfera y la hidrosfera constituyen el sistema de capas fluidas superficiales del planeta, cuyos movimientos dinámicos están estrechamente relacionados. Las corrientes de aire reducen drásticamente las diferencias de temperatura entre el día y la noche, distribuyendo el calor por toda la superficie del planeta. Este sistema cerrado evita que las noches sean gélidas o que los días sean extremadamente calientes (Catling, 2009, pág. 2)

2.1.1 Composición de la atmósfera

Se pueden dividir en dos grupos: constantes y variables. Los gases constantes mantienen una proporción casi permanente en la atmósfera: los más abundantes son el nitrógeno (78,1%), el oxígeno (20,9%) y el argón (0,9%). Los gases variables son los que cambian en mayor proporción; en este grupo los más importantes son el vapor de agua y el dióxido de carbono, este último existe en cantidades relativamente altas (0,035%), otro elemento variable de la atmósfera, que frecuentemente actúa como un gas, es el material particulado suspendido en el aire como partículas de polvo, residuos de humo, sal del océano, bacterias, esporas, semillas, ceniza volcánica y partículas meteoríticas (ClubEnsayos, 2013).

2.1.2 Capas de la atmósfera

La atmósfera se divide en cuatro regiones según la temperatura: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera.

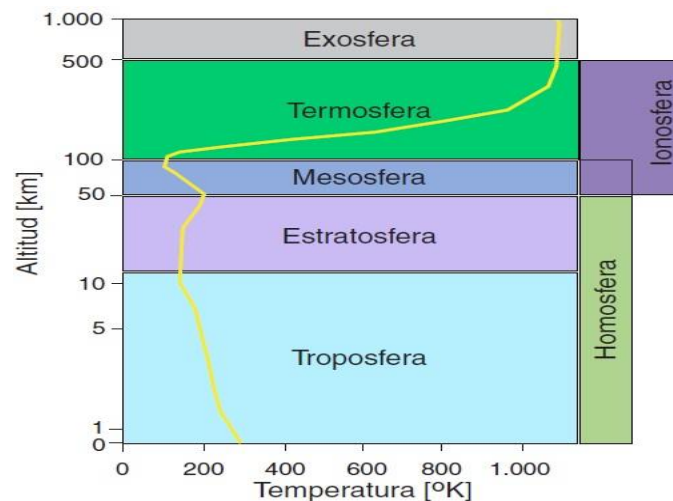
La troposfera se caracteriza porque en ella se dan la mayor parte de los fenómenos determinantes del estado del tiempo (Sendiña & Pérez, 2006).

La estratosfera es la región que se extiende por encima de la tropopausa hasta una altitud cercana a 50 km. En su parte inferior, hasta 20 km de altitud, la temperatura varía muy poco, siendo prácticamente isotérmica.

La mesosfera, con un espesor de 35 km aproximadamente, la temperatura disminuye regularmente desde su límite inferior situado en la estratopausa, hasta aproximadamente -95 °C en su límite superior, llamado mesopausa, cerca de los 80 km de altitud.

La termosfera es la región que se encuentra por encima de la mesopausa; está caracterizada por un aumento progresivo de la temperatura con la altitud (Sendiña & Pérez, 2006).

Figura 1. Capas atmosféricas



Fuente: Sendiña, I, Pérez, V. 2006.

2.2 Datos atmosféricos y el clima

El análisis de datos atmosféricos es de gran importancia en las actividades de los seres humanos, midiendo los datos atmosféricos se puede cuantificar el comportamiento de la atmósfera y por lo tanto tener una noción de clima o condición del tiempo.

Según Conde (2007) el clima terrestre es producto de la constante y compleja interacción entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielo y nieve, los continentes y, muy importante, la vida en el planeta (animales y plantas en los bosques y selvas, en océanos y en la atmósfera). Cada día hay variaciones en las condiciones del

planeta, por lo que también a diario se presentan variaciones en las condiciones de temperatura y lluvia planetaria. (pág. 113)

2.3 Tipos de datos atmosféricos

Según Aguirre de Carcer (2009) el estado físico y químico de la atmósfera puede ser descrito por las siguientes variables:

- Temperatura.
- Presión.
- Precipitación.
- Viento.

2.3.1 Temperatura

La temperatura es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la atmósfera. De hecho, la información meteorológica que aparece en los medios de comunicación casi siempre incluye un apartado dedicado a las temperaturas: se conoce que la temperatura del aire varía entre el día y la noche, entre una estación y otra, y también entre una ubicación geográfica y otra (Jones, Trenberth, & Ambenje, 2004, pág. 64).

(Terán, 2007) dice:

El instrumento que se utiliza para medir la temperatura se llama termómetro y fue inventado por Galileo en 1593. Hay muchos tipos distintos de termómetros. El modelo más sencillo consiste en un tubo graduado de vidrio con un líquido en su interior que puede ser, por ejemplo, alcohol o mercurio. Como estos líquidos se expanden más que el vidrio, cuando aumenta la temperatura, asciende por el tubo y cuando disminuye la temperatura se contrae y desciende por el tubo. (párr. 8)

Para medir estas temperaturas extremas como describe Rodríguez Jiménez, Capa, y Portela Lozano (2004) se utilizan los denominados termómetros de máxima y mínima:

Figura 2. Termómetro de máxima y mínima



Fuente: Rodríguez, J., 2004

Como toda magnitud física, según Rodríguez Jiménez et al. (2004) la temperatura tiene asociadas unas unidades de medida, diferentes en función de la escala que se elige:

Escala Celsius (°C): Fue propuesta en 1742 por el astrónomo Anders Celsius.

Escala Fahrenheit (°F): Fue introducida en 1714 por Gabriel D. Fahrenheit y se utiliza habitualmente en Estados Unidos.

Escala Kelvin (°K): Fue introducida por Lord Kelvin en 1848 y es la escala más usada por los científicos.

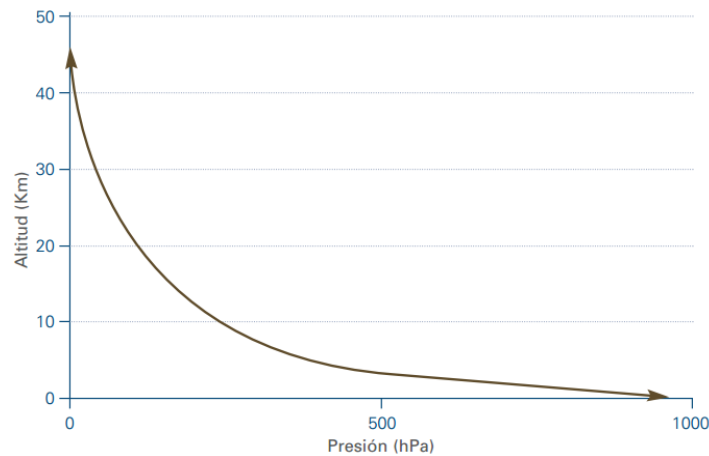
2.3.2 Presión atmosférica

El aire que rodea la tierra, aunque no se note, pesa y, por tanto, ejerce una fuerza sobre todos los cuerpos debida a la acción de la gravedad. Rodríguez Jiménez et al. (2004).

Esta fuerza por unidad de superficie es la denominada presión atmosférica, cuya unidad de medida en el Sistema Internacional es el Pascal ($1 \text{ Pascal} = 1 \text{ N/m}^2$) (Terán, 2007).

El siguiente gráfico muestra los valores promedio de la presión atmosférica en función de la altitud. En él puede apreciarse cómo la presión atmosférica descende con la altura, mostrando un decrecimiento aproximadamente exponencial.

Figura 3. Relación presión atmosférica - altitud



Fuente: Rodríguez, J., 2004

Para la medición de la presión atmosférica se utiliza el barómetro de mercurio.

Figura 4. Barómetro de mercurio



Fuente: Dep. Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas

2.3.3 Viento

El viento consiste en el movimiento de aire desde una zona hasta otra. En la atmósfera, existe una relación directa entre presión y viento, lo que hace que los mapas de isobaras, que representan los valores de la presión atmosférica, contengan amplia información sobre la velocidad y dirección del viento.

En el caso de que sea una diferencia térmica el origen del viento, lo que ocurre según Rodríguez Jiménez et al. (2004) cuando una masa de aire adquiere una temperatura superior a la de su entorno, su volumen aumenta, lo cual hace disminuir su densidad. Por efecto de la flotación, la masa de aire caliente ascenderá, y su lugar será ocupado

por otras masas de aire, que en su desplazamiento ocasionarán el viento que puede tener diferentes orígenes como por ejemplo las brisas de mar.

Figura 5. Diagrama circulación de viento



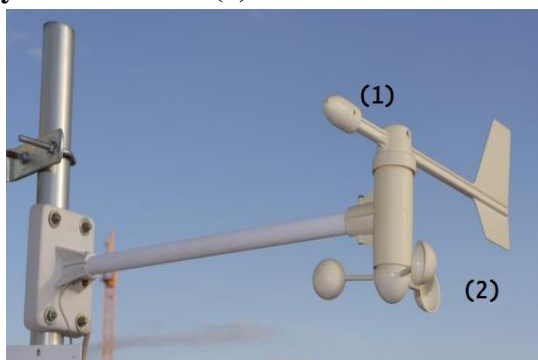
Fuente: Meteorology Education and Training

Para poder disponer de medidas directas de velocidad y dirección del viento, los meteorólogos utilizan distintos instrumentos de medida:

Medida de la velocidad horizontal del viento: el instrumento más utilizado es el anemómetro de cazoletas, en el que el giro de las mismas es proporcional a la velocidad del viento. La unidad de medida es el km/h o el m/s.

Medida de la dirección: para ello se utilizan las veletas, que indican la procedencia geográfica del viento. Se habla de viento del proveniente del norte, noreste, suroeste, etc. En función de dónde provenga éste.

Figura 6. Veleta (1) y Anemómetro (2)



Fuente: Dep. Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas

2.3.4 Precipitación

Fuentes (1989), Heuvel dop, Pardo Tasies, Quirós Conejo y Espinoza Prieto (1986) es la caída de partículas de agua líquida o sólida, en forma de lluvia, granizo, nieve o

agua nieve. La precipitación está asociada a los movimientos ascendentes del aire. Para que se produzca la precipitación es necesario que el aire caliente ascienda, se enfríe en las alturas, se condense y se precipite.

2.3.4.1 Clasificación de la precipitación

Según el tipo de nube, se forman diferentes tipos de precipitación como describe Fisure Lanza (2009):

a) Lluvia

Se puede definir como aquella precipitación que tiene lugar en forma de gotas líquidas. El tamaño de sus gotas se debe básicamente a dos causas, la evaporación y la fricción que pueda experimentar en su caída.

En general el vocablo lluvia se usa para precipitaciones de agua de diámetro superior a 0,5 mm, y su velocidad en el aire en calma es superior a los 3 m/s.

b) Llovizna

Cuando la lluvia está formada por gotas de agua de diámetro inferior a 0,5 milímetros, muy uniforme y con poca velocidad de caída, casi siempre inferior a los 3 m/s.

c) Chubasco

Es un tipo de precipitación formado por partículas líquidas, sólidas o ambas a la vez, generalmente con comienzo y final brusco, con constantes cambios en la intensidad y dirección del viento.

d) Nieve

Precipitación en forma de cristales de hielo de forma hexagonal. Se produce cuando las corrientes ascendentes en el interior de la nube cruzan el punto de congelación y el vapor de agua se transforma en pequeños cristales de hielo.

e) Nieve granulada

Precipitación sólida en forma de gránulos de hielo, blancos y opacos, de forma esférica casi siempre, con un diámetro entre 2 y 5 milímetros.

f) Granizo

Es el agua congelada que cae en forma de concreciones de hielo traslúcido, de estructura hojosa en capas concéntricas.

g) Rocío

Gotas de agua que se forman sobre las superficies frías durante la noche.

h) Cancellada

Cancellada o niebla Helada, es la suspensión en la atmósfera de cristales de hielo numerosos y microscópicos que reducen la visibilidad.

i) Escarcha

Proceso similar al del rocío que ocurre cuando la temperatura del punto de rocío es inferior a 0°C.

j) Helada

Es la congelación directa de la humedad sobre una superficie, formando una costra resbaladiza que puede alcanzar espesores considerables.

El instrumento para medir la precipitación se denomina **pluviómetro**.

Figura 7. Pluviómetro



Fuente: Dep. Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas

Para el diseño y construcción de este sistema, es necesario hablar sobre otras variables climatológicas además de las expuestas anteriormente, las mismas que se detalla brevemente a continuación:

2.3.5 Humedad del Aire

En Agrometeorología, la presión de vapor, la temperatura del punto de condensación (punto de rocío) y la humedad relativa son expresiones comunes para indicar la humedad del aire que puede ser definida según Candel (1971), Rapin (2002), Brenes y Saborio (1995) como la cantidad de vapor de agua contenido en la atmósfera.

Existen algunos índices para expresar el vapor de agua, estos son: **humedad relativa** el cociente entre el vapor de agua presente en el aire y el máximo que éste podría contener expresado en porcentaje, la **humedad absoluta**, que se define como la masa de vapor de agua por unidad de volumen de aire y se expresa en gramos de vapor por metro cúbico, es el dato que permite saber cuánta agua se puede extraer de la atmósfera en la precipitación y la **humedad específica** es el cociente entre la masa de vapor de agua presente en el aire y la masa de aire húmedo, por consiguiente sus unidades se expresan en gramos/kilogramos. (Brenes & Saborio, 1995) (Fisure Lanza, 2009)

El instrumento utilizado para medir la humedad relativa o contenido de vapor de agua en el aire es el **psicrómetro**.

Figura 8. Psicrómetro



Fuente: Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas

2.3.6 Evaporación

Departamento de Agroclimatología - INAMHI (2003), FAO (2006) y Baeir (1993) coinciden en que la evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor). El agua se evapora de una variedad de superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la vegetación mojada; para cambiar el estado de las moléculas del agua de líquido a vapor se requiere energía. La radiación solar directa y, en menor grado, la temperatura ambiente del aire, proporcionan esta energía.

2.3.7 Transpiración

Este es un parámetro importante puesto que refleja la condición de las plantas y la interacción con el medio ambiente, como se describe en el manual oficial de la FAO (2006). La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera.

Existen técnicas utilizadas en meteorología para realizar estudios hidrológicos e incluyen mediciones de evaporación en tanques, obteniendo datos para el cálculo del balance hídrico, el equilibrio de la energía, los procedimientos de transferencia de masa, etc (American Society of Civil Engineer, 1996).

Figura 9. Tanque evaporímetro



Fuente: Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas

2.4 Tipos de clima en el Ecuador y su influencia en el agro

De los resultados del estudio de clasificación climática del Ecuador (Moya, R. INAMHI, 2006) se obtuvo una clasificación en función del régimen de humedad, donde se identifican 9 tipos climáticos que tienden a confundirse entre los más

cercanos, por ejemplo entre Súper húmedo y Muy húmedo, o entre Moderadamente húmedo y Ligeramente húmedo; o entre Subhúmedo seco y Semiárido seco.

- Por el índice hídrico:

A = Súper húmedo.

B3 = Húmedo.

C2 = Subhúmedo.

D = Seco.

E = Árido.

- Por la variación estacional de la humedad:

r = Nulo o pequeño déficit hídrico.

s = Moderado déficit hídrico en época seca.

s2 = Gran déficit hídrico en época seca.

w = Moderado exceso hídrico en época lluviosa.

d = Nulo o pequeño exceso hídrico.

- Por régimen térmico.

A' = Cálido.

B'4 = Semicálido.

B'3 = Templado cálido.

B'2 = Templado frío.

B'1 = Semifrío.

Según el régimen hídrico los tipos climáticos determinados en las tres regiones continentales, son agrupados en tres categorías que generalizan a los climas húmedos, subhúmedos y secos (Moya, R. INAMHI, 2006).

Tabla 1: Clasificación climática región litoral

Climas húmedos	Climas Subhúmedos	Climas Secos
A r A' A r B'3 B3 r A' B3 r B3' B3 s A'	C2 d A' C2 r A' C2 s A' C2 s2 A' C2 s2 B3' C2 w A'	D d A' E d A'

Fuente: Dep. Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas

Tabla 2: Clasificación climática región interandina

Climas húmedos	Climas Subhúmedos	Climas Secos
A r A'	C2 d B'1	D d B'1
A r B'3	C2 d B'2	D d B'2
A r B'4	C2 d B'3	D d B'3
B3 r B'1	C2 d B'4	E d A'
B3 r B'2	C2 r B'1	E d B'3
B3 r B'3	C2 r B'2	
B3 r B'4	C2 s B'1	
B3 s B'4	C2 s B'3	
	C2 s2 B'2	
	C2 s2 B'3	
	C2 w B'2	

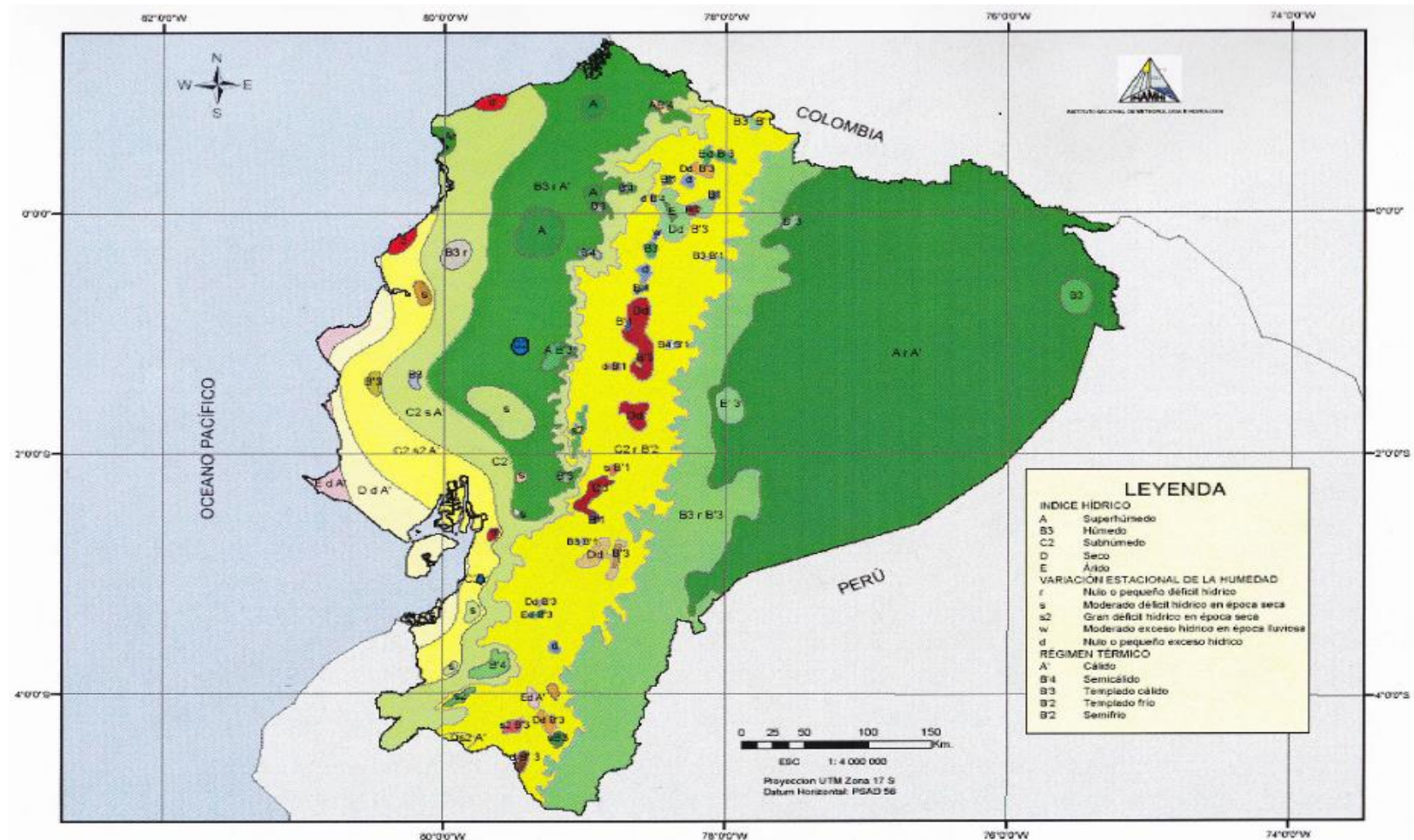
Fuente: Dep. Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas

Tabla 3: Clasificación climática región oriental

Climas húmedos
A r A'
A r B'3
B3 r A'
B3 r B'3
B3 s A'

Fuente: Dep. Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas

Figura 10. Mapas de climas del Ecuador



Fuente: Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI

Las variables climatológicas como la precipitación, temperatura, presión atmosférica, etc., tienen influencia directa sobre la actividad agrícola del país, ya que esto demarca la fenología agrícola y por tanto determina directamente el desarrollo agrícola.

2.4.1 Fenología agrícola

Para poder cuantificar la fenología de los cultivos se calcula los índices agrícolas como la evapotranspiración potencial, las horas frío, las unidades frío, las unidades térmicas, unidas fototérmicas, el fotoperiodo, déficit hídrico, relación precipitación evaporación, con la serie de la precipitación se realiza cálculos estadísticos básicos como la media, la mediana, la desviación estándar, el valor máximo, el valor mínimo, y se divide la serie en períodos para clasificar en período húmedo, poco húmedo, seco o poco seco; además se calcula el valor estadístico Z con el cual el usuario puede calcular una probabilidad de que precipite un valor dado; a continuación se detalla cada uno de los cálculos.

2.4.1.1 Cálculo de las unidades térmicas

El cálculo de las unidades térmicas se realiza mediante tres métodos: seno, residual y fisiológico. Para los métodos Seno y Residual, se requiere además de las temperatura máxima y mínima diarias, las temperaturas umbrales máximas (u_{max}) y mínimos (u_{min}).

- **El método del seno** utiliza la fórmula propuesta por (Allen, 1976) en el cual se asume que el ciclo de la temperatura se aproxima a una curva senoidal, para empezar con la estimación es necesario calcular los grados día de desarrollo en el cual se puede registrar 6 casos. (pág. 2)

La temperatura máxima y la temperatura mínima se encuentran por encima de los umbrales y su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula.

$$GDD = \frac{u_{max} - u_{min}}{2}$$

La temperatura máxima y la temperatura mínima se encuentran por debajo de los umbrales y su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula.

$$GDD = 0$$

La temperatura máxima y la temperatura mínima se encuentran entre ambos umbrales y su cálculo se realiza mediante la siguiente formula.

$$GDD = \frac{tmed - umin}{2}$$

La temperatura máxima se encuentran entre ambos umbrales y la temperatura mínima bajo el umbral mínimo su cálculo se realiza mediante la siguiente formula.

$$GDD = \frac{(tmed - umin) \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) + \alpha \cos \theta}{2}$$

$$\theta = \sin^{-1} \frac{umin - tmed}{\alpha}$$

La temperatura mínima está entre los dos umbrales y la temperatura máxima está arriba del umbral máximo.

$$GDD = \frac{(tmed - umin) \left(\theta + \frac{\pi}{2} \right) + (umax - umin) \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) - \alpha \cos \theta}{2}$$

$$\theta = \sin^{-1} \frac{umax - tmed}{\alpha}$$

Los umbrales se encuentran entre la temperatura máxima y la temperatura mínima.

$$GDD$$

$$= \frac{(tmed - umin)(\theta_2 + \theta_1) + \alpha[\cos \theta_1 - \cos \theta_2] + (umax - umin) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_2 \right)}{2}$$

$$\theta_1 = \sin^{-1} \frac{umin - tmed}{\alpha}$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \frac{umax - tmed}{\alpha}$$

Dónde:

$$\alpha = \frac{t_{max} - t_{min}}{2}$$

- **Método Residual** también llamado el método de la media, determina la acumulación de GDD al sustraer la temperatura base o umbral mínima a la temperatura promedio diaria (Fray, 1983, pág. 23). En el cual se aplican dos restricciones.

Si $t_{max} > u_{max}$ entonces $t_{max} = u_{max}$.

Si $t_{min} < u_{min}$ entonces $t_{min} = u_{min}$.

$$GDD = t_{med} - u_{min}$$

Dónde: la temperatura media se calcula dependiendo de los datos que el sistema recibe.

- **Método fisiológico** Este método está basado a estudios realizados a la respuesta fisiológica de la planta de maíz bajo condiciones de campo su cálculo se realiza mediante la siguiente formula.

$$GDD = y_{max} - y_{min}$$

Dónde:

$$y_{max} = 1,85(t_{max} - 10) - 0.026(t_{max} - 10)^2$$

$$y_{min} = t_{min} - 4.4$$

2.4.1.2 Cálculo de las unidades fototérmicas

Para la planta la disponibilidad de luz y la periodicidad de la misma determina también su crecimiento y desarrollo puesto que muchos de sus procesos fisiológicos dependen de estos dos factores, el efecto de la temperatura y la duración del día se hallan combinados; las necesidades de sumas térmicas de algunos cultivos difieren según la duración del día.

Heuveldop et al. (1986) Geslin en 1944 observó este fenómeno en el trigo y formuló su índice heliotérmico (IHT), que se obtiene multiplicando las sumas térmicas superiores a 0°C por la duración media de las horas de luz.

Para el cálculo de las unidades fototérmicas o índice heliotérmico se hace uso de los grados día de desarrollo GDD, para este cálculo se utiliza el método residual del cálculo de unidades térmicas y también es necesario calcular el fotoperiodo cuyo calculo será descrito en la sección de cálculo del fotoperiodo; la fórmula para este cálculo es la siguiente.

$$ufoto = \frac{GDD - Fotoperiodo}{10}$$

2.4.1.3 Cálculo del fotoperíodo

El fotoperiodo es la duración de la luz y oscuridad, en el Ecuador el período de luz y de oscuridad tienen casi la misma duración y tiene una variación pequeña durante cualquier época del año, no sucede lo mismo conforme se aleja de la línea ecuatorial, donde la transición entre luz y oscuridad varía conforme la época del año (Valverde, Meave del Castillo, Carabias, & Cano, 2005, pág. 39).

Para el cálculo del fotoperiodo o duración del día se hace uso de algunos cálculos que serán descritos conforme avance la ecuación, la ecuación utilizada es la siguiente.

$$n = \frac{2h}{15}$$

Siendo “n” el fotoperiodo, el ángulo de salida del sol “h” se calcula:

$$h = \cos^{-1}(\tan \varphi \tan \delta)$$

Dónde:

φ = latitud en grados

δ = declinacion solar en grados

Para la declinación solar en grados se utiliza el día juliano, que es el día contado desde el inicio del año. Puesto que el ecuador se encuentra en la línea ecuatorial la declinación solar no es muy notable y el fotoperiodo varía en decimales únicamente los cuales son despreciables para el cálculo y por lo tanto el fotoperiodo permanece constante, por lo contrario si la latitud estuviese al norte o al sur el fotoperiodo variaría dependiendo de la fecha de cálculo.

$$\delta = 23.45 \sin\left[360\left(\frac{284 + DJ}{365}\right)\right]$$

Donde DJ= día juliano, Es el día contado desde el primer día del año.

2.4.1.4 Cálculos de unidades frío

Aunque es evidente que un proceso fisiológico tan complejo como el reposo invernal no puede depender exclusivamente de un sólo factor climático, desde un punto de vista práctico y desde los primeros análisis del problema, se ha pretendido vincular la duración del reposo con las temperaturas por debajo de un determinado. (Melgarejo Moreno, 2000, pág. 21)

Para el cálculo de las unidades frío se utiliza los siguientes métodos:

Método de Richardson

Este método utiliza el modelo UTAH consignado por Richardson, Seeley y Walker en 1974, este modelo considera 6 °C como temperatura óptima para la acumulación de frío, para calcular las unidades frío se utiliza la siguiente tabla.

Tabla 4: **Acumulación de horas frío**

Temperatura °C			Unidades Frío
<	1.4		0.0
1.5	a	2.4	0.5
2.5	a	9.1	1.0
9.2	a	12.4	0.5
12.5	a	15.9	0.0
16.0	a	18.0	-0.5
>	18.0		-1.0

Fuente: Días, 1998.

Para usar la tabla se debe calcular previamente las temperaturas horarias, considerando una aproximación senoidal que se describe en el cálculo de horas frío.

Método Polinomial

Se basa en un análisis de regresión del método de Richardson para estimar las unidades frío para cualquier temperatura, este método es propuesto por Vega N. R. en 1990 de donde se derivan las siguientes condiciones.

a) Si $t_h \leq 0$ °C

$$uf = 0$$

b) Si $t_h > 0$ y $t_h \leq 14$ °C

$$uf = 0.08681665 + 0.3863678t_h - 0.047t_h^2 + 0.001359$$

c) Si $t_h > 14$ y $t_h < 20$ °C

$$uf = 2.16 - 0.15t_h$$

d) Si $t_h \geq 20$

$$uf = -1$$

Dónde: t_h = temperatura horaria.

2.4.1.5 Cálculo de horas frío

Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo Universidad de Lleida (2001) De la misma forma que la planta necesita luz solar y calor también necesita de frío; las necesidades de frío se miden por el número de horas con temperaturas inferiores o iguales a un umbral determinado (generalmente se consideran temperaturas inferiores a 7 °C).

Los intentos para establecer las necesidades de frío de las distintas especies y variedades, se ven dificultadas por las diferencias climáticas existentes entre los distintos años agrícolas y zonas ideográficas.

Reyna Trujillo (1983), para este cálculo se utiliza el método propuesto por Snyder en 1985, para calcular el número de horas por día en el que la planta está expuesta a una temperatura menor a la temperatura base.

$$th = Tmed + \alpha \sin(t)$$

Dónde:

th = temperatura horaria

$tmdia$ = temperatura medio día

$$tmed = \frac{tmax+tmin}{2} \quad \text{O} \quad tmed = \frac{tmax+tmdia+tmin}{2}$$

$$\alpha = \text{apmlitud} = \frac{tmax - tmin}{2}$$

$$\alpha = \frac{\pi(h - tmin)}{12}$$

Dónde: h varía entre 1 – 24.

2.4.1.6 Probabilidad de Helada

Según Vélez & Carvajal (2001) se considera Helada al fenómeno por el cual la temperatura es tan baja como para poder causar daños a los tejidos internos de las plantas, causada por la dilatación de las células al congelarse el agua que contienen.

Para uso del sistema se debe considerar lo siguiente.

- La temperatura mínima que se considera como Helada agrícola es menor a 6 °C, caso en el cual el sistema le mostrará un mensaje con la temperatura estimada.
- Para este método no se considera la altura puesto que el estudio fue realizado en estaciones donde hay ocurrencia de Heladas.

$$tmin = td19 - (ts19 - th19) + cn$$

Dónde:

$tmin$ = Temperatura mínima a calcular.

$td19$ = Temperatura del punto de rocío.

$ts19$ = Temperatura del termómetro seco.

th19 = Temperatura del termómetro húmedo.

cn = coeficiente de nubosidad en octavos.

2.4.1.7 Cálculo de la evapotranspiración potencial

“La evapotranspiración es un proceso combinado que cubre tanto la evaporación de todas las superficies como la transpiración de las plantas” (Arellano, Carvajal, Moya, & Caravajal, 1992, pág. 9).

Para este cálculo se utilizan dos métodos:

Cálculo de ETP

Este método requiere del coeficiente del tanque evaporímetro tipo A y el valor de la evaporación descrita por Doorenbos y Kassam (1980).

$$etp = evaporacion * kt$$

Dónde: kt coeficiente del tanque evaporímetro tipo A

Cálculo ETPH

Esta metodología descrita por Hargreaves y Samani (1985) necesita solamente datos de temperaturas y de radiación solar.

La radiación solar incidente (rs), se evalúa a partir de la radiación solar extraterrestre (ro) que la que llega a la parte exterior de la atmósfera y que llegaría al suelo si no existiera atmósfera; La radiación extraterrestre se la puede obtener en tablas en función de la latitud del lugar, del mes y la formula es la siguiente.

$$rs = ro * kt(tmax - tmin)^{0.5}$$

El coeficiente *kt* es un coeficiente empírico que se puede calcular a partir de datos de presión atmosférica.

Finalmente se obtiene la fórmula para el cálculo de la evapotranspiración potencial mediante la fórmula de Hargreaves siguiente

$$etph = 0.0135(tmed + 17.68)rs$$

Dónde:

r_s = radiación solar incidente

r_o = radiación solar extraterrestre (Tabulada)

k_t = coeficiente (0.162 para regiones del interior y 0.19 para zonas costeras).

2.4.1.8 Cálculo del Déficit

Para el cálculo del déficit hídrico se considera como señala Ortiz (1987) la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración potencial, utilizando la ETPH (Hargreaves) para realizar este cálculo.

$$déficit = rr - etph$$

2.4.1.9 Cálculo de la relación Precipitación - Evaporación

Este índice cuantifica el requerimiento de agua; este cálculo se realiza mediante la división de la precipitación para la evaporación.

$$rpe = \frac{rr}{evaporacion}$$

2.4.1.10 Cálculo del valor estadístico Z

Este valor de Z representa la variable estandarizada o tipificada de X. siendo este valor de importancia para realizar la probabilidad de ocurrencia de un valor x; dejando este cálculo para uso del usuario.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

2.4.1.11 Período húmedo - seco y cálculo estadísticas básicas

Para organizar la serie histórica de la precipitación se utiliza la estadística básica para que por medio de las medidas de posición no central se pueda determinar valores específicos y tratar de interpretar el comportamiento de la precipitación a través del tiempo.

Los cuartiles entonces ayudarán a clasificar una serie de precipitación y poder calificar períodos dentro de la misma.

También se toma en cuenta las medidas de tendencia central para determinar: la media, la mediana, la desviación estándar.

Una vez obtenidos estos valores se clasifica en un período húmedo o seco de la siguiente manera.

Tabla 5: Período Húmedo Seco

Período seco	Del valor mínimo	Al	Primer cuartil
Período poco seco	Del primer cuartil	Al	Segundo cuartil
Período poco húmedo	Del segundo cuartil	Al	Tercer cuartil
Período húmedo	Del tercer cuartil	Al	Valor máximo

Fuente: Dep. Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas

2.5 Cambio climático en los últimos tiempos

Si bien hay una variabilidad natural y permanente de la situación climática del mundo, se denomina específicamente cambio climático a las modificaciones del clima atribuibles directa o indirectamente a actividades humanas, las cuales, sumadas a la variabilidad climática natural, alteran la composición de la atmósfera global de un modo mucho mayor que el ocurrido en otros períodos. (Gutiérrez, 2008, pág. 23)

Del autor Rodríguez Vargas (2007) el cual hace un análisis a nivel global y concluye que los impactos del cambio climático en la agricultura variarán entre regiones, dependiendo de la latitud de los países, de las condiciones ambientales locales, de las respuestas en el ámbito socioeconómico y de factores institucionales. (pág. 8)

Gutiérrez (2008) uno de los fenómenos más importantes del cambio climático es el calentamiento global. (pág. 17)

2.5.1 Adaptación al cambio climático

Es importante concebir la adaptación como la reducción de los riesgos impuestos por el cambio climático en los modos de vida de la gente, los recursos naturales, los servicios ambientales y las actividades productivas y económicas, a través de la reducción de la vulnerabilidad. (México, 2010, pág. 11)

2.6 Pronósticos climáticos basados en datos atmosféricos

El pronóstico del tiempo es considerado uno de los productos principales del INAMHI, el cual se realiza en el departamento de Sinóptica, en esta área se encuentra el personal con experiencia para la realización de pronósticos.

Para realiza un pronóstico del tiempo el departamento de Sinóptica cuenta con una metodología establecida y con herramientas que ayuda a su elaboración, entre las herramientas utilizadas se puede mencionar la información que es receptada desde las diferentes estaciones convencionales y automáticas con las que cuenta el instituto, así como también la información que es enviada desde los aeropuertos, que es facilitada por la Dirección de Aviación Civil (DAC) con el fin de abarcar la mayor cantidad de localidades del país.

Otra información con la que cuenta el departamento es el seguimiento de imágenes satelitales en diferentes resoluciones y bandas espectrales para complementar la información numérica. Y como aporte final está la experiencia de los pronosticadores el cual es la parte esencial del pronóstico puesto que son quienes tienen conocimiento de la variabilidad climática y repentina de las localidades del país.

Una de las dificultades para realizar pronósticos en el Ecuador es que a pesar de ser un país pequeño, posee gran diversidad de climas y la variación de un clima a otro es notable al recorrer pequeñas distancias dentro del país como es el ejemplo de la ciudad de Quito, que en la parte norte de la ciudad presenta características de clima más seco que el de la parte sur.

Otro de los productos del INAMHI es la predicción climática a largo plazo una década, un mes, tres meses. Basándose en modelos matemáticos como el WRF (Weather Research and Forecasting) y CPT (Climate Predictability Tool), estos modelos se basan en análisis estadísticos de la series de datos históricos que posee el INAMHI en su base de datos.

El sistema SGIA da un único pronóstico, este es el resultado de una ecuación utilizada para el cálculo de la temperatura mínima (Helada).

2.7 Servidor de aplicaciones web Apache Tomcat 7

Apache Tomcat es un servidor web de código libre con licencia Apache License versión 2 (The Apache Software Foundation, 2004), está desarrollado bajo lenguaje de programación Java por lo que necesita de la máquina virtual de Java (JRE) para ejecutarse esta característica le permite ser un servidor de aplicaciones web multiplataforma. Posee un contenedor de servlets (pequeños programas que se ejecutan en el contexto de un navegador web) denominado catalina e implementan las especificaciones de Servlet 3.0 y de JSP 2.2.

Kroenke (2003) Tomcat no es un servidor de aplicaciones como JBoss o JOnAS por lo que realiza un tratamiento mediante un compilador llamado Jasper el cual toma los JSPs para convertirlos en servlets que son módulos escritos en Java que se utilizan en un servidor para extender sus capacidades de respuesta a los clientes, por lo general Tomcat se combina con el servidor web Apache y se distribuye como Apache Tomcat.

Tomcat puede funcionar como servidor web por sí mismo. En sus inicios existió la percepción de que el uso de Tomcat de forma autónoma era sólo recomendable para entornos de desarrollo y entornos con requisitos mínimos de velocidad y gestión de transacciones. Hoy en día ya no existe esa percepción y Tomcat es usado como servidor web autónomo en entornos con alto nivel de tráfico y alta disponibilidad.

Tomcat puede ser instalado en cualquier directorio del sistema, teniendo en cuenta la organización de sus directorios de la siguiente manera según Apache Software Foundation (2012).

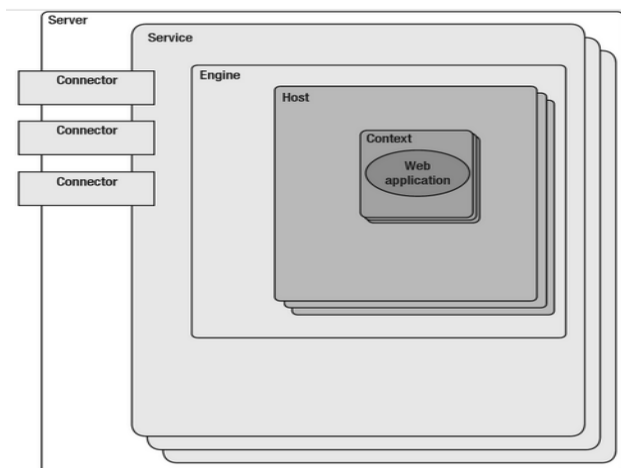
Tabla 6: Directorios de Apache Tomcat

Directorio	Contenido
bin	Scripts de arranque, cierre y ejecutables
common	clases comunes que pueden utilizar Catalina y las aplicaciones web
conf	ficheros XML y los correspondientes DTD para la configuración de Tomcat
logs	logs de Catalina y de las aplicaciones
server	clases utilizadas solamente por Catalina
shared	clases compartidas por todas las aplicaciones web
webapps	directorio que contiene las aplicaciones web
work	almacenamiento temporal de ficheros y directorios

Fuente: Apache Tomcat 7, 2010.

Otra de las características de Tomcat es su arquitectura puesto que posee una jerarquía en cuanto a servicios y contenedores, ejecutándose sobre una misma máquina virtual de java conjuntamente con otras aplicaciones javas con la condición de que estas aplicaciones se deben ejecutar sobre otros puertos separados de la red.

Figura 11. Arquitectura de TomCat



Fuente: Apache Tomcat 7, 2010

Como muestra la figura anterior, Vukotic & Goodwill (2011) Tomcat es un servidor organizado por contenedores con jerarquía definida siendo el contenedor de servlets catalina la parte más importante dentro del servidor puesto que quien procesa los servlets. Cada contenedor del servidor está configurado mediante un archivo XML y contiene los siguientes tags:

Servidor. <Server> Es el primer tag dentro del archivo es el contenedor general por lo tanto solo puede existir un servidor dentro del archivo, pero puede contener uno o varios servicios.

Servicio <Service> Es el segundo tag del archivo está dentro del servidor y puede contener uno o más contenedores.

Conector <Connetor> Es el encargado de procesar las peticiones y respuestas desde y hacia el aplicación ejecutada por el cliente.

Motor <Engine> es el encargado de manejar las peticiones de todos los componentes de servicio padres, solo puede haber un motor dentro de un servicio.

Host <Host> Define la máquina virtual que usara el motor Catalina que puede ser el motor de una o más aplicaciones web.

Contexto <Context> es la aplicación que se está ejecutando dentro de Tomcat y puede contener varias aplicaciones.

2.8 Sistema gestor de Base de datos MYSQL 5

MySQL 5 Community Edition es un sistema de gestor de bases de datos relacionales (SGBDR) de código libre, rápido, robusto y fácil de usar.

Thibaud (2006) Se adapta bien a la administración de datos en un entorno de red, especialmente en arquitecturas cliente/servidor. Se proporciona con muchas herramientas y es compatible con muchos lenguajes de programación.

Es el más célebre SGBDR del mundo Open Source, en particular gracias a su compatibilidad con el servidor de páginas web Apache y el lenguaje de páginas web dinámicas PHP. Sitio oficial MYSQL Este gestor de base de datos está distribuido mediante licencia GPL para uso libre de acuerdo a lo especificado en la licencia, aunque tiene las versiones Standart Edition y la Version Enterprise Edition con un costo para el usuario y la posibilidad de contar con soporte por parte de la empresa proveedora ORACLE.

2.8.1 Características

MySQL 5 Community Edition presenta algunas características notables las cuales se debe hacer referencia porque sirve de guía para la administración.

- Está escrito en C/C++ y probado con numerosos compiladores y funciona en los sistemas operativos más populares.
- Thibaud (2006), soporta muchas Interfaces de programación de aplicaciones (API) como C, C++, PHP, Perl, Eiffel, Python, Java, Tel.
- Las utilidades clientes y de administración utilizan los sockets TCP/IP, los sockets Unix o los canales con nombre NT (Named Pipes).
- Dispone de un driver ODBC para Windows lo que le aporta compatibilidad con la mayoría de lenguajes disponibles en este sistema operativo.

- Dispone de un driver ADO vía OLEDB en Windows para un mejor rendimiento que ODBC.
- Es totalmente multithread, lo que aumenta el rendimiento del servidor. MySQL está previsto para funcionar en entornos multiprocesador.
- Dispone de un sistema de; la cantidad de memoria tiene una incidencia directa sobre el rendimiento de MySQL. Si un servidor presenta fallos de rendimiento, se puede añadir memoria RAM para mejorar su rendimiento.
- El código MySQL está comprobado con Purify, una herramienta comercial, que permite verificar las pérdidas de memoria. También está comprobado con Valgrind, una herramienta de licencia GPL.
- Es capaz de administrar bases de datos de gran tamaño. Ciertas empresas lo utilizan actualmente con bases de datos de unas 60.000 tablas y alrededor de 5'000.000.000 de registros.
- Una tabla puede contener hasta 32 índices y cada índice puede estar constituido por un máximo de 16 columnas.
- Es posible instalar varias instancias de servidor MySQL. Cada instancia es completamente independiente y gestiona sus propias bases de datos.

2.9 Lenguaje de programación Java

Fue lanzado por la empresa Sun Microsystems a mediados de los años 90 el lenguaje de programación con el nombre de Java como menciona Duran, Gutiérrez, & Pimentel (2007), Gálvez Rojas & Ortega Díaz (2003) y Deitel & Deitel (2004) que, aunque en un principio fue diseñado para generar aplicaciones que controlaran electrodomésticos como lavadoras, frigoríficos, etc. debido a su gran robustez e independencia de la plataforma donde se ejecutase el código, desde sus comienzos se utilizó para la creación de componentes interactivos integrados en páginas web y programación de aplicaciones independientes, estos componentes se denominaron applets y casi todo el trabajo de los programadores se dedicó al desarrollo de éstos.

Java es un lenguaje de código abierto distribuido bajo licencia GNU, con estándares de programación sólidos validados por Sun Microsystems (Java, 2012) Java ha sido probado, ajustado, ampliado y probado por toda una comunidad.

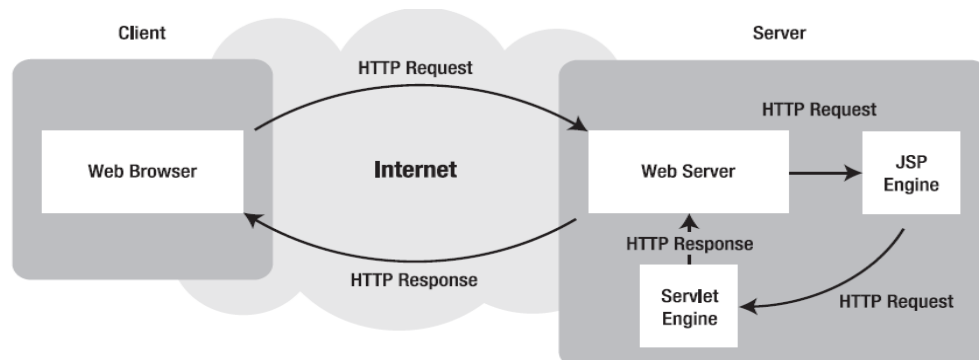
Además posee algunas características como describe Duran et al. (2007) para el desarrollo de aplicaciones que de gran complejidad como son:

- a) Adaptabilidad, porque no es dependiente del sistema operativo por esta razón es multiplataforma. Java se ejecuta sobre una máquina virtual. Por tanto, una aplicación se puede adaptar y transportar a cualquier sistema que tenga la máquina virtual (JRE Java Runtime environment).
- b) Reusabilidad, total o parcial, para reducir costes y reutilizar componentes software cuya fiabilidad está comprobada. En un portal web por ejemplo, se reutiliza hasta el 70% del software de las versiones anteriores.
- c) Mantenibilidad. Los programas son construidos por muchas personas agrupadas en equipos de trabajo. Con el tiempo, estas personas cambian, pero la aplicación permanece e incluso necesita modificaciones.

2.9.1 JSF (Java Server Faces) 2

JSF se introduce en el 2000, como un framework que facilita el desarrollo de aplicaciones web y proporciona componente predefinidos para Java EE web enfocándose al uso del patrón de diseño MVC (Modelo Vista Controlador), manipulando la vista mediante el objeto FacesServlet. Con JSF el desarrollador construye aplicaciones web como si se tratará de aplicaciones locales con Java Swing, AWT (Abstract Window Toolkit), SWT (Standard Widget Toolkit) o cualquier otra API similar. (Zambon & Sekler, 2007)

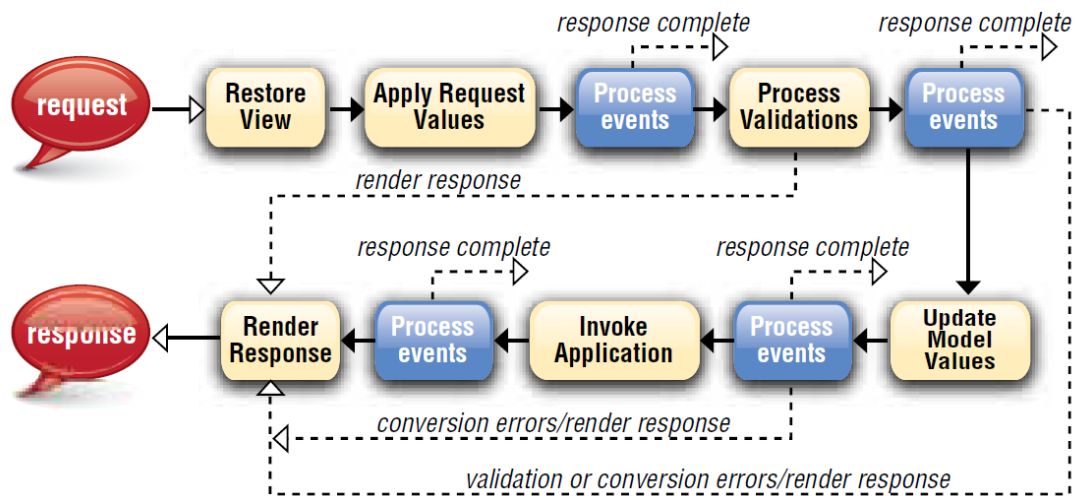
Figura 12. Funcionamiento de JSP



Fuente: Zambon, G, jsf, 2007.

Horstmann (2013) El ciclo de vida de JSF muestra el funcionamiento de JSF dentro de una aplicación y cada una de las fases del framework.

Figura 13. Ciclo de vida de JSF



Fuente: Horstmann, Cay S, Java Server Faces 2.0

Jacobi & Fallows (2006) Zambon y Sekler (2007) describen las fases del ciclo de vida de la siguiente manera.

- Restaurar vista (Restore View). Es fase responsable de general el árbol de componentes UI luego de recibida la petición guarda los componentes en una instancia de Faces Context.
- Aplicar valores a la petición (Apply request values). Esta fase cada componente se actualiza con la información de la petición actual.
- Procesamiento (Process events). Procesa los eventos de cada componente llamando al método preProcessEvent, si todos los eventos retornan falso continua con el siguiente proceso, caso contrario pasa directamente a la fase de Renderizado es decir que pinta los elementos dentro de la vista HTML.
- Proceso de validación (Process Validations). Llama a los validadores o convertidores si estos métodos devuelven falso el servlet agrega un mensaje de error a las cola de mensajes del faces Context.
- Actualizar valores (Update Model Values). En esta fase cada componente de la vista se conecta con el correspondiente objeto Bean de Java y copia el valor en el campo correspondiente.

- Invocación (Invoke Application). En esta fase los eventos que se generan al realizar una acción sobre JSF ejemplo pulsar un botón, el controlador de eventos del servlet los procesa para generar la acción correspondiente.
- Renderizar (Render Response). En esta fase el servlet genera el árbol de componente que será mostrado al usuario y lo envía al servidor.

En la versión de JSF 2 para configurar la navegación entre las paginas no es necesario el archivo feces-conf.xml puesto que se implementa el atributo action al cual retorna un string de la página a la que debe dirigirse. Otra característica de JSF 2 es que permite pasar parámetros desde la vista a los métodos especificados en Expression Lenguaje (EL), este lenguaje permite acceder desde la vista JSF hacia el JavaBean para el soporte para ajax. (McGraw-Hill, 2010) (Pérez García, 2013)

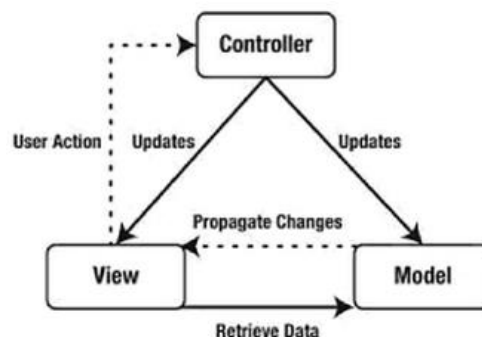
2.10 Patrón de diseño MVC

El patrón de diseño MVC (Modelo Vista Controlador) es una arquitectura creada con el fin de separar el desarrollo de software mediante capas para que la aplicación pueda ser mantenida más fácilmente. Este patrón de diseño se basa en la lógica de separar la capa de datos, la capa de la lógica del negocio y la capa de presentación, manteniendo organización entre los archivos que componen a la aplicación.

2.10.1 Arquitectura MVC

(Jaramillo Valbuena, Augusto Cardona, & Villa Zapata, 2008), (Deinum & Serneels, 2012) La descripción de las capas de MVC se presenta a continuación:

Figura 14. Arquitectura MVC



Fuente: Jaramillo, 2008.

- La capa Modelo Se puede describe como las entidades propias del problema que resuelve la aplicación. En esta capa aparecen los llamados objetos de

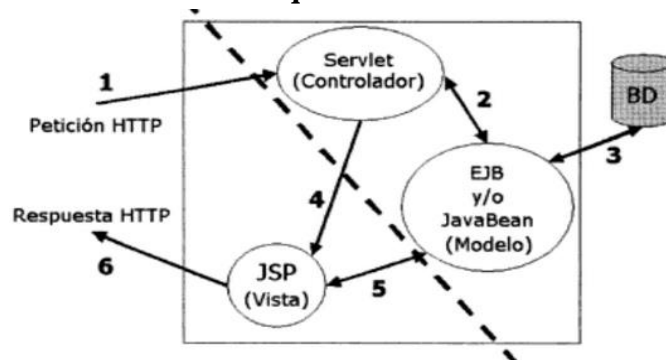
negocio (business objects) que abstraen las características del problema. En Java esta capa está representada por los EJB, JavaBeans o sistemas de persistencia como Hibernate o los JDBC.

- La capa Vista Representa toda la interface de usuario que es la parte que el usuario puede ver de la aplicación y por medio de la cual interactuar con la aplicación, en Java esta capa es representada por las interfaces en Swing, paginas JSP.
- La capa Controlador El propósito de esta capa es servir de vínculo entre la capa de modelo y la capa de vista, gestiona los eventos de la capa de vista cuando el usuario realiza una acción, en java esta capa está representada por los servlets o clases java.

El funcionamiento de la arquitectura MVC sobre una aplicación web Aumaile (2002) construida en java empieza cuando el cliente el cliente envía una consulta HTTP al servidor. En general, esta consulta es un servlet que procesa la solicitud, luego el servlet recupera la información transmitida por el cliente y delega el procesamiento a un componente que puede ser un Management Bean, los componentes del modelo manipulan o no los datos del sistema de información (lectura, escritura, actualización, eliminación).

Una vez finalizados los procesamientos, los componentes le devuelven el resultado al Servlet. El servlet entonces almacena el resultado en el contexto adaptado (sesión, consulta, respuesta), el servlet envía el conjunto del proceso de la petición hacia JSP que recupera los datos almacenados por el servlet en uno de los contextos, generando la respuesta HTTP que será mostrada al cliente.

Figura 15. Funcionamiento de la arquitectura MVC en JSF



Fuente: Aumaile, B, 2002

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

3.1 Requerimientos del sistema

Cuando se habla de requerimientos del sistema, se refiere a la descripción de los servicios y sus restricciones, estos muestran la necesidad que tiene un cliente de resolver sus problemas, estos requerimientos pueden ser consultar, calcular, presentar información, etc.

El sistema SGIA cuenta con 2 niveles de usuarios, usuario administrador y usuario interno o externo.

El sistema no cuenta con requerimientos a nivel de operador debido a que es un sistema de consulta a base de datos y los únicos registros que se inserta en la base de datos es el registro de usuarios y este proceso forma parte del requerimiento a nivel de administrador.

Para explicar lo que es un usuario operador se dice que “Un Operador (Operator) puede tomar casos no atendidos (si la configuración del sistema lo permite) y puede transferirlos a otros usuarios. Puede ver solamente los casos en que participó, y solo puede trabajar en sus propios casos” (Latin America Hotel Reservation Systems, 2008) (párr. 6).

3.1.1 Requerimientos a nivel de administrador

- No se deberá realizar operaciones de actualización o inserción de datos.
- Los privilegios de ingreso a la base de datos son limitados.
- El usuario administrador podrá realizar cambios en los usuarios existentes, crear nuevos usuarios y eliminar usuarios.
- El usuario podrá ser forzado a salir de sesión si permaneciera inactivo por más de 30 minutos.
- El usuario administrador podrá modificar el correo electrónico por el cual se envía correos de confirmación de registro o recuperación de contraseña.
- No implementar ningún tipo de auditoria debido a que la unificación de bases de datos está en proceso de implantación.

- Los usuarios que no recurrentes serán eliminados en un período de dos meses.

3.1.2 Requerimientos a nivel de usuario

3.1.2.1 Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales del sistema se detallan a continuación y se toman de las reuniones realizadas con el Ing. René Moya funcionario del INAMHI y responsable a nivel técnico del proyecto.

- El sistema deberá ser capaz de automatizar las siguientes tareas:
- Obtener los datos de temperatura máxima, mínima, y media.
- Las series obtenidas se deberán organizar en temperatura máxima, mínima y media y ordenarlas en forma cronológica.
- Las series de temperaturas deberán contar con datos completos en el caso de que falte un dato de temperatura en un día se deberá eliminar los datos de las otras temperaturas, no se utilizará una metodología para el relleno.
- Antes de realizar los cálculos el usuario debe ingresar el umbral máximo y mínimo.
- Con los datos de temperaturas se debe realizar los cálculos de unidades térmicas, unidades fototérmicas, fotoperíodo, unidades frío y horas frío.
- Con los datos y los resultados obtenidos se debe realizar gráficas estadísticas.
- Obtener datos de precipitación, evaporación y el coeficiente del tanque evaporímetro (en caso de haberlo).
- Ordenar los datos de evaporación en forma cronológica.
- Con datos de la evaporación, precipitación y coeficiente del tanque evaporímetro realizar los cálculos de evapotranspiración potencial utilizando el coeficiente del tanque evaporímetro, y la evapotranspiración potencial mediante el método de heargreavs, el déficit de precipitación.
- Calcular el valor determinístico Z como valor base para que el usuario pueda utilizar algún método estadístico y determinar la probabilidad de lluvia.
- No se deberá estimar la probabilidad de ningún evento climático e septo la probabilidad de una Helada agrícola, para lo cual se debe utilizar los estudios realizados por el departamento de Subproceso de Estudios e Investigación Meteorológicas.

- Generar un boletín con los datos de la estación, los datos de temperaturas, datos de precipitación, evaporación, coeficiente de evaporación del tanque evaporímetro, los cálculos realizados.
- Las gráficas generadas quedarán al criterio del usuario, si las quiere o no exportar.
- El usuario debe poder ingresar datos de un punto específico para realizar los cálculos.
- Las series de datos deberán ser máximo de un período de tres años debido a la fenomenología de los cultivos más representativos del país.

3.1.2.2 Requerimientos no funcionales

- La interface de usuario deberá ser intuitiva, simple para que sea de fácil uso para el usuario.
- La navegación en el sistema deberá ser lo más simple posible, realizando de forma secuencial los cálculos requeridos, las saltarse los pasos de cálculo o regresar a un cálculo anterior, para agilizar el resultado.
- Se deberá suprimir la barra de herramientas del navegador para que cumpla con el punto anterior.

3.1.3 Requerimientos para pista de auditoria

Inicialmente al plantear el sistema SGIA se consideró utilizar pistas de auditoria, ya que uno de los justificativos para realizar auditoría es cuando una organización no funciona correctamente, puede ser por falta de una buenas políticas, objetivos, normas, metodología, asignación de tareas y adecuada administración del Recurso Humano, entre otras que pueden suceder en un ambiente informático (Auditorias de sistemas, 2012)(párr. 5).

Mientras se diseñaba SGIA se encontró que actualmente el INAMHI está en proceso de implementación de una nueva infraestructura tanto en hardware como en software, así como también nuevas políticas y su organización en si está en regeneración, se considera que el sistema propuesto es de consumo de información más no de sumar, modificar o eliminar información agroclimatológica, además que es necesario realizar un registro de ingresos de usuarios al sistema así como también

administrar usuarios, ya que es un requerimiento del administrador de la base de datos que se puede eliminar a usuarios que no utilizan frecuentemente el sistema con el fin de no ocupar espacio en la base de datos, gracias a un proceso preliminar el cual elimina a usuarios que no ingresen en un período de 2 meses.

En base a este principio se decidió realizar un almacenamiento de registros de usuario, con esta propuesta se trata de cubrir la necesidad para realizar una auditoría al sistema SGIA.

3.2 Definición de procesos y subprocesos a implementar

3.2.1 Definición de proceso Macro

Dentro de las actividades del departamento de Estudios e Investigaciones Meteorológicas (EIM) del INAMHI, se encuentra la emisión de boletines agroclimatológicos como su proceso macro, esto provee al usuario final información oficial para que pueda planificar sus actividades, para que se lleve a cabo este proceso, es necesario que se cumplan algunos pasos de forma secuencial, es decir, tener un orden de trabajo.

A continuación se representa de forma gráfica la lógica de negocios para la emisión de un boletín agroclimatológico.

3.2.1.1 Lógica de negocio

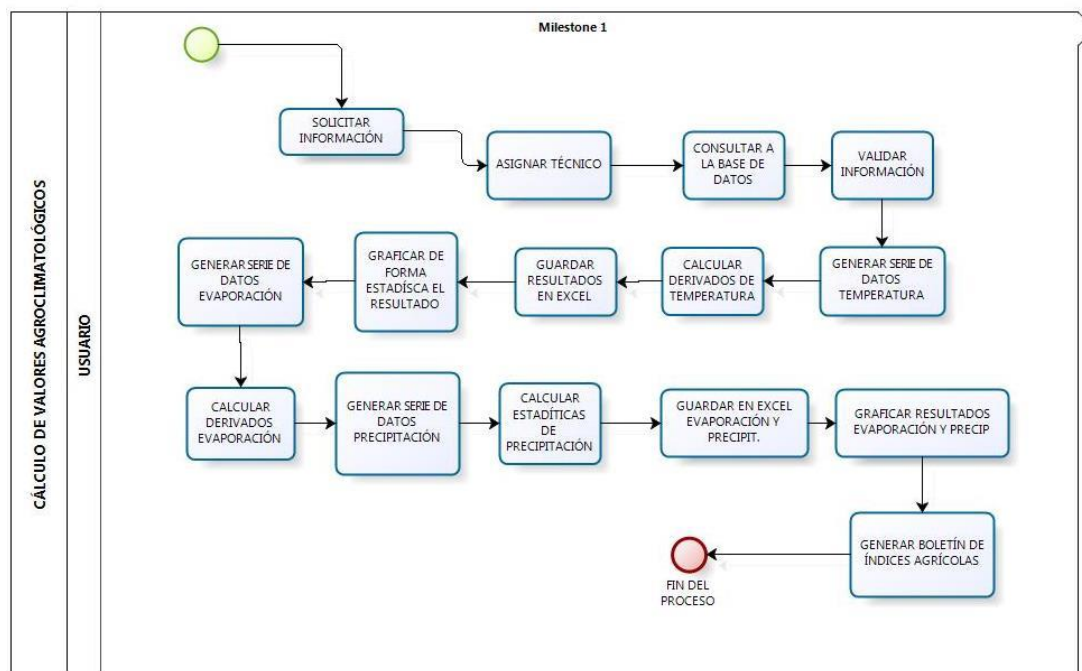
En la actualidad, para poder generar los boletines, se tiene que seguir una serie de pasos, este proceso tarda mucho tiempo y el mayor afectado es el usuario final.

Para poder representar la lógica de negocios y los subprocesos, se utilizó el software para modelamiento de procesos denominada Bizagi.

El siguiente diagrama describe todo el proceso de información al usuario final, detallando de esta manera desde cuando un usuario sea interno como externo solicita información, pasando por el proceso de cálculos de información requerida desde la base de datos, para luego ser tratado por un técnico que recopila dicha información y realiza cálculos por medio de hojas de cálculos en Excel utilizando fórmulas que de cierta forma simplifica un poco el trabajo, conjuntamente con la experiencia y la

capacidad teórica adquirida por el técnico, este realizará un boletín con resultados solicitados por el usuario final, este documento denominado “Boletín Agroclimatológico” es archivado físicamente para constatar el trabajo realizado.

Figura 16. Lógica de negocio de la generación del boletín



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

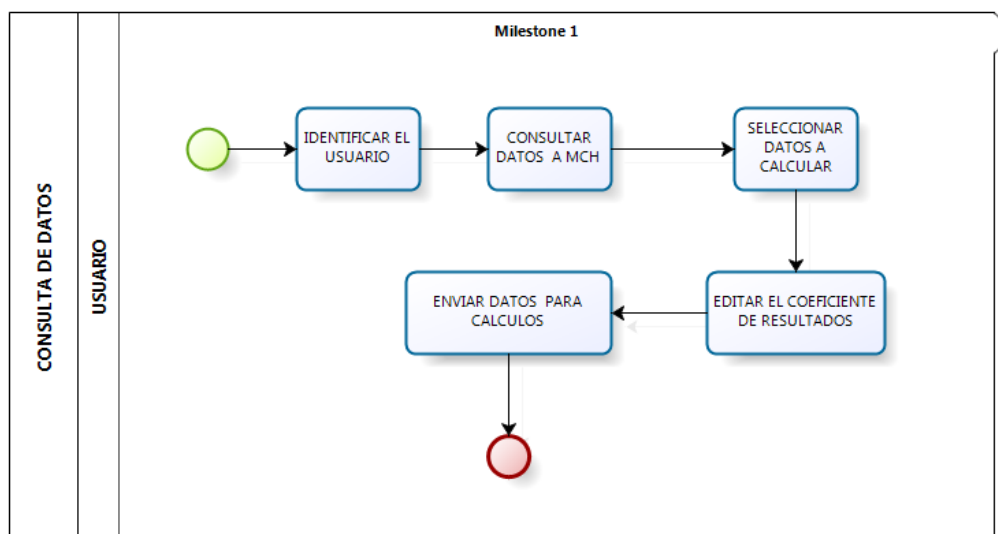
3.2.2 Diagrama de subprocesos

3.2.2.1 Subproceso consulta de datos

Este subproceso se encarga de la consulta y selección de información almacenada en la base de datos MCH (Meteorología, Climatología e Hidrología), la misma que tiene que ser validada para poder generar series de datos climáticos.

El usuario que ya ingreso al sistema realiza por medio de SGIA una consulta a la base de datos, este selecciona datos respectivamente según sea el caso para luego realizar el cálculo automáticamente por el sistema, luego de esta acción el usuario edita si es necesario los coeficientes de evaporación, luego con los resultados obtenidos el siguiente paso es realizar el proceso de cálculos derivados de precipitación.

Figura 17. Diagrama consulta de datos



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

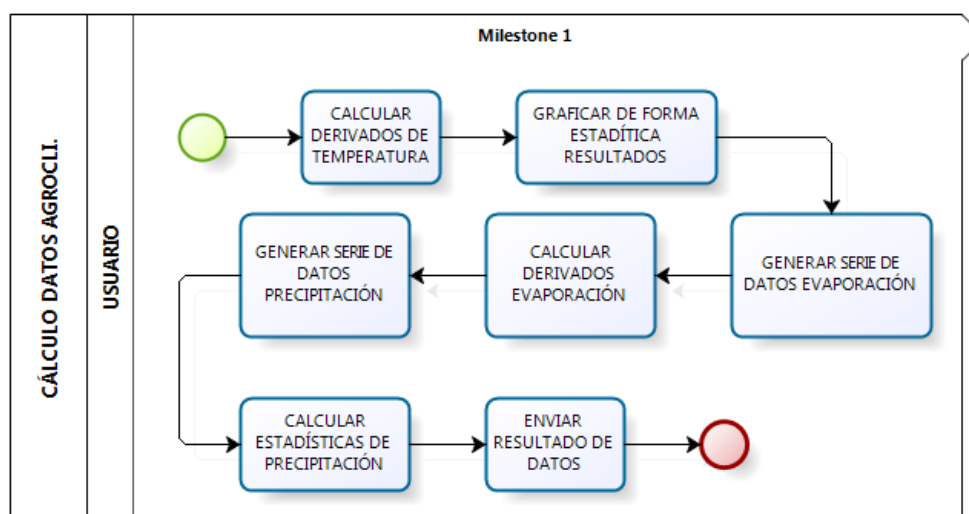
3.2.2.2 Subproceso cálculo de datos agroclimatológicos

Luego de seleccionar los datos, este subproceso es el encargado de realizar los cálculos derivados de temperatura, evaporación y precipitación que el usuario solicitó.

Siguiendo con la secuencia del sistema se obtiene ciertos resultados que se utilizan para realizar los cálculos derivados de temperaturas, para luego representarlos con gráficas estadísticas tales como Temperaturas máxima, mínima, media, unidades térmicas, unidades frío, unidades fototérmicas/fotoperiodo, unidades frío/horas frío.

Luego se genera series de datos de evaporación para luego ser calculados con derivados de evaporación, con estos resultados se genera series de datos de precipitación, mismos que se utiliza para realizar el cálculo estadístico de precipitación. El resultado es emitido para enviar al siguiente proceso que será la generación del boletín representado con datos obtenidos luego de realizar todas las secuencias, de igual manera los resultados serán representados gráficamente, así el usuario obtiene lo que solicito.

Figura 18. Diagrama cálculo de datos agroclimatológicos

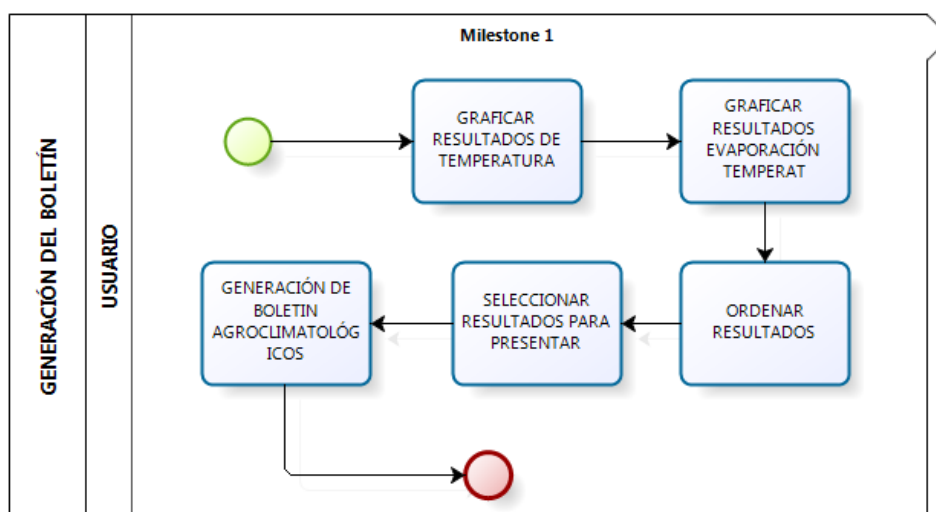


Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

3.2.2.3 Subproceso generación de boletín

Después de haber obtenido los resultados de temperatura, evaporación y precipitación, el usuario visualizará datos por medio de gráficos estadísticos, además podrá generar boletines agroclimatológicos los que contendrán tablas con los resultados obtenidos durante todo el proceso secuencial que realiza el sistema SGIA. El usuario podrá observar por pantalla en formatos preestablecidos o imprimir el boletín según este lo desee.

Figura 19. Diagrama generación de boletín



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

3.2.3 Diagramas de casos de uso del sistema informático

“Los diagramas de casos de uso se utilizan para ilustrar los requerimientos del sistema al mostrar cómo reacciona una respuesta a eventos que se producen en el mismo” (Lafuente, 2001) (párr. 2).

Los actores en un caso de uso son los usuarios que interactúan con el sistema y no necesariamente debe ser una persona, pueden ser también algún otro sistema o aplicación la cual está desempeñando un rol específico.

En el sistema SGIA intervienen varios actores los cuales se describe a continuación:

Actor usuario Solicitante: Es aquel que desea registrarse en la base de datos del sistema.

Actor usuario Registrado: Es la persona que ya se encuentra registrada y para poder ingresar al sistema solo necesita autenticarse.

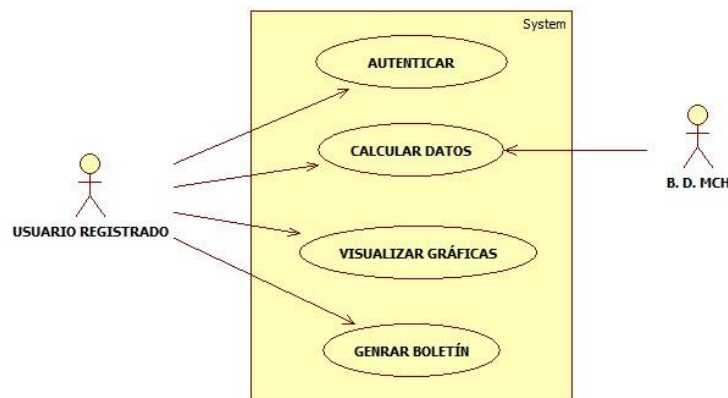
Actor usuario Autenticado: Este usuario puede hacer uso del sistema SGIA.

Actor MCH: Es la base de datos del INAMHI, también es un actor ya que proporciona al sistema la información necesaria para realizar cálculos, cabe recalcar que el sistema SGIA solo utiliza la información almacenada en la base de datos, no puede modificarla ni editarla de alguna forma.

Para la representación gráfica de los casos de uso elaborados para el sistema SGIA, se utilizó la herramienta StartUML v.5.0.2.1570 que es un software para modelamiento de aplicaciones con estándares UML (Unified Modeling Language) con licencia abierta GNU/GPL.

En la siguiente figura, se observa un diagrama de caso de uso, el cual representa de forma general, lo que hace el sistema SGIA, así como también presentar los actores que interactúan de alguna forma en el sistema.

Figura 20. Diagrama de caso de uso General



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

3.2.3.1 Descripción de los casos de uso

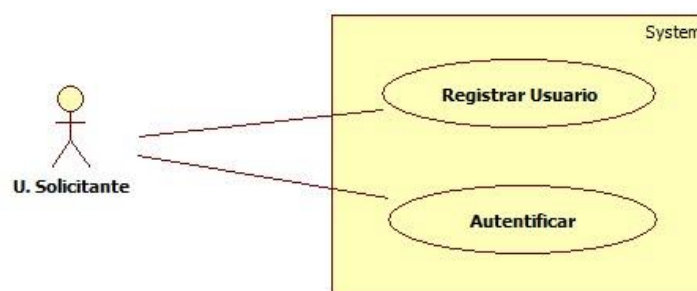
Para poder tener un enfoque más acertado sobre los casos de uso que encierra el sistema SGIA, se representará cada uno de la siguiente manera:

- Diagrama de caso de uso.
- Tabla de descripción de caso de uso.
- Diagrama de actividad.

Autenticar

En el caso de uso Autenticar, se ve que un usuario solicitante necesita en primer lugar registrarse en la base de datos para posteriormente poder autenticarse e ingresar y hacer uso del sistema.

Figura 21. Diagrama de caso de uso Autenticar



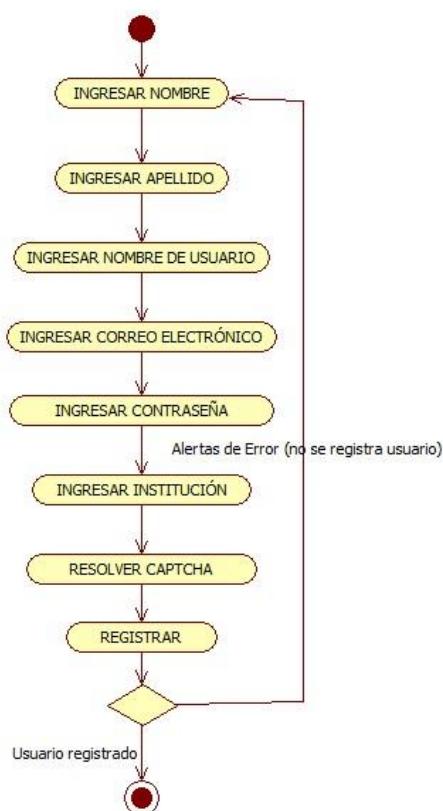
Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 7: Descripción caso de uso Registrar usuario

NOMBRE:	Registrar usuario
DESCRIPCIÓN: Para que el usuario ingrese al sistema SGIA, es necesario que se registre en la Base de Datos.	
ACTORES: Usuario solicitante	
PRECONDICIONES: El usuario debe acceder a través del enlace “SGIA” ubicado en la página principal del INAMHI.	
FLUJO NORMAL: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar nombre. 2. Ingresar apellido. 3. Ingresar nombre de usuario. 4. Ingresar correo electrónico. 5. Ingresar Contraseña. 6. Ingresar Institución. 7. Resolver el Captcha. 8. Registrar. 	
FLUJO ALTERNATIVO: <ol style="list-style-type: none"> 1.A Mensaje de error “El nombre debe tener más de 3 caracteres y menos de 15”. 2.A Mensaje de error “El apellido debe tener más de 3 caracteres y menos de 15”. 3.A Mensaje de error “El nombre de usuario debe tener más de 3 caracteres y menos de 15”. 4.A Mensaje de error “Correo inválido”. 5.A Mensaje de error “La contraseña debe tener más de 6 caracteres y menos de 12”. 6.A Mensaje de error “El nombre de la institución debe tener más de 2 caracteres y menos de 30”. 7.A Mensaje de error “Las palabras no coinciden”. 	
POSTCONDICIONES: El usuario ha sido registrado correctamente en la Base de Datos.	

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 22. Diagrama de Actividades Registrar Usuario



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 8: Descripción caso de uso Autentificar

NOMBRE:	Autentificar
DESCRIPCIÓN: El usuario debe ingresar su nombre de usuario y contraseña para poder acceder al sistema SGIA.	
ACTORES: Usuario registrado	
PRECONDICIONES: El usuario debe estar registrado en la Base de Datos.	
FLUJO NORMAL: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar nombre de usuario. 2. Ingresar contraseña. 3. ¿Ha olvidado su contraseña? 4. Ingresar. 	
FLUJO ALTERNATIVO: <ol style="list-style-type: none"> 1.A Mensaje de alerta “Ingrese un usuario”. 1.B Mensaje de error “Usuario inválido”. 2.A Mensaje de alerta “Ingrese una contraseña”. 2.B Mensaje de error “Contraseña inválida”. 3.A Envío de contraseña al correo del usuario registrado. 	
POSTCONDICIONES: Se visualiza el nombre del usuario en la página principal del sistema.	

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 23. Diagrama de Actividades Autenticar



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Probabilidad de Helada

En el caso de uso Probabilidad de Helada, el usuario ya autenticado podrá por medio de la ecuación $tmin = td19 - (ts19 - th19) + cn$ obtener la probabilidad de temperatura mínima del siguiente día, ingresando datos meteorológicos solicitados por el sistema.

Dónde:

$tmin$ = Temperatura mínima a calcular.

$td19$ = Temperatura del punto de rocío.

$ts19$ = Temperatura del termómetro seco.

$th19$ = Temperatura del termómetro húmedo.

cn = coeficiente de nubosidad en octavos.

Figura 24. Diagrama de caso de uso Probabilidad de Helada



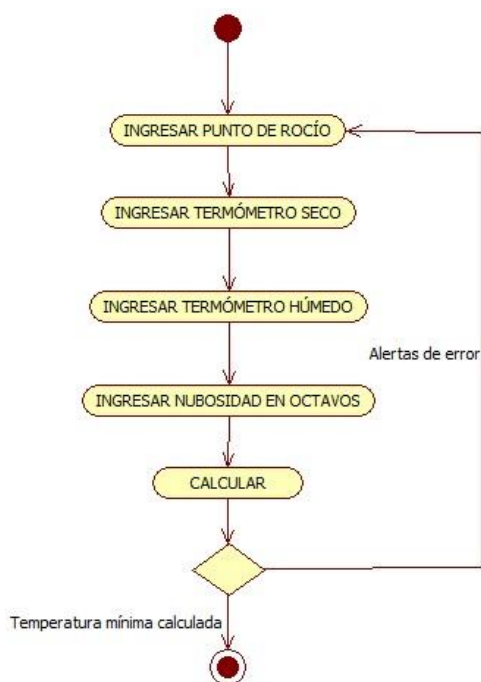
Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 9: Descripción caso de uso Ingreso de datos meteorológicos

NOMBRE:	Ingreso de datos Meteorológicos
DESCRIPCIÓN:	Se ingresar una serie de datos meteorológicos para que el sistema pueda calcular la Helada agrícola del día siguiente.
ACTORES:	Usuario autenticado
PRECONDICIONES:	El usuario debe ingresar al sistema SGIA para poder acceder a realizar el cálculo.
FLUJO NORMAL:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar punto de rocío. 2. Ingresar termómetro seco. 3. Ingresar termómetro húmedo. 4. Ingresar nubosidad en octavos. 5. Calcular.
FLUJO ALTERNATIVO:	<ol style="list-style-type: none"> 1. A Mensaje de error “Rango incorrecto”. 1. B Mensaje de error “No es un número”. 2. A Mensaje de error “Rango incorrecto”. 2. B Mensaje de error “No es un número”. 3. A Mensaje de error “Rango incorrecto”. 3. B Mensaje de error “No es un número”. 4. A Mensaje de error “Rango incorrecto”. 4. B Mensaje de error “No es un número”.
POSTCONDICIONES:	Debido a que este cálculo se lo puede realizar en cualquier momento, el usuario puede continuar con la secuencia de cálculos principales.

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 25. Diagrama de Actividades Ingreso de Datos Meteorológicos



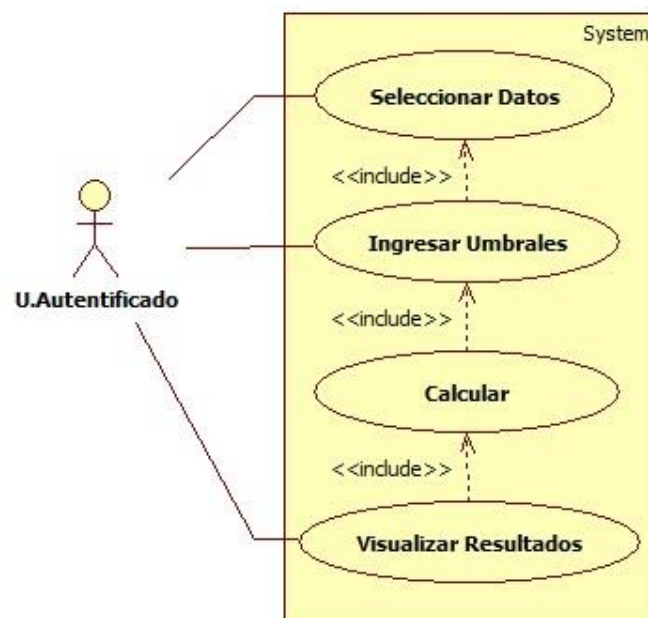
Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Calcular

El caso de uso calcular, muestra la secuencia de pasos que sigue el sistema para poder cumplir con este proceso, como se puede observar, las relaciones *include* indica que necesariamente para poder cumplir con uno de los pasos, tiene que primeramente haberse cumplido el anterior.

Básicamente, aquí se selecciona datos a los cuales se les da un rango de fechas, se ingresa umbrales para poder seguir con los cálculos y finalmente se visualiza resultados.

Figura 26. Diagrama de caso de uso Calcular



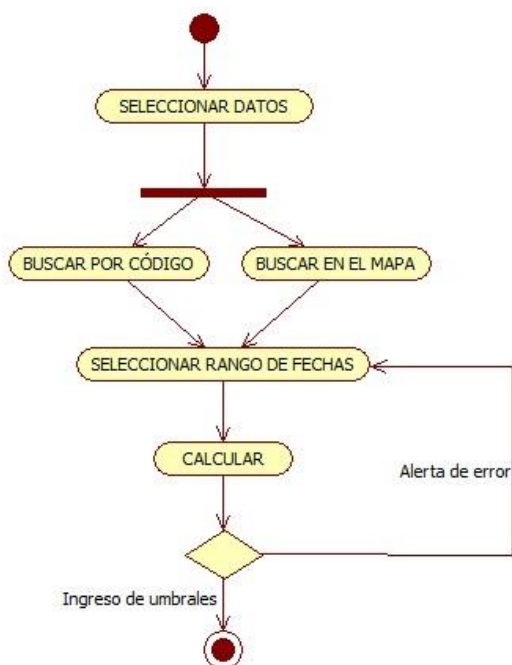
Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 10: Descripción caso de uso Ingreso de datos meteorológicos

NOMBRE:	Seleccionar Datos
DESCRIPCIÓN:	El usuario seleccionara la estación a estudiar y posteriormente escogerá el rango de fechas de las cuales se desea generar los cálculos.
ACTORES:	Usuario autenticado
PRECONDICIONES:	El usuario debe constar como registrado en la base de datos para poder acceder al sistema.
FLUJO NORMAL:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar por código / Seleccionar en el mapa. 2. Seleccionar rango de fechas. 3. Calcular.
FLUJO ALTERNATIVO:	<ol style="list-style-type: none"> 1.A Digitar código / Digitar código. 2.A Mensaje de error “La fecha inicial debe ser menor a la final”.
POSTCONDICIONES:	Se debe visualizar la información consultada de la base de datos.
RESTRICCIÓN:	La información consultada, proviene de una Base de Datos administrada por un sistema denominado MCH, el cual es ajeno a SGIA.

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 27. Diagrama de Actividades Seleccionar Datos



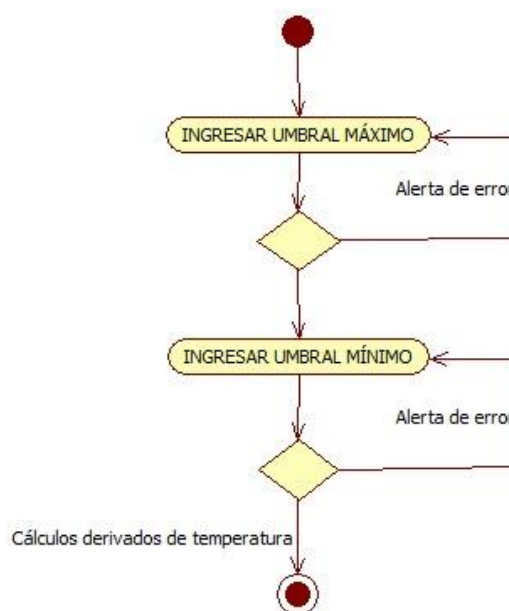
Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 11: Descripción caso de uso Ingresar umbrales

NOMBRE:	Ingresar Umbrales
DESCRIPCIÓN:	El usuario ingresara valores de umbral máximo y el mínimo de temperatura que estén entre el rango de 0.1 a 20.0 mismos que son indispensables para que la planta pueda tener su etapa de crecimiento y dar sus frutos. Con estos datos se puede continuar con la secuencias de cálculos.
ACTORES:	Usuario autenticado
PRECONDICIONES:	Elegida ya la estación y el rango de fechas a consultarse, se visualizará la información consultada de la Base de Datos.
FLUJO NORMAL:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar umbral mínimo. 2. Ingresar umbral máximo.
FLUJO ALTERNATIVO:	<ol style="list-style-type: none"> 1. A Mensaje de error “El umbral debe estar entre 0.1 y 20.0”. 1. B Mensaje de error “El umbral mínimo debe ser menor que el umbral máximo”. 2. A Mensaje de error “El umbral debe estar entre 0.1 y 20.0”. 2. B Mensaje de error “El umbral mínimo debe ser menor que el umbral máximo”.
POSTCONDICIONES:	Cálculos derivados de temperatura.

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 28. Diagrama de Actividades Ingresar Umbrales



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 12: Descripción caso de uso Calcular

NOMBRE:	Calcular
DESCRIPCIÓN:	En toda la secuencia de pasos a seguir en el sistema SGIA se generan cálculos, los mismos que arrojan resultados necesarios para proseguir con más cálculos.
ACTORES:	Usuario autenticado
PRECONDICIONES:	Los umbrales fueron ingresados correctamente.
FLUJO NORMAL:	1. Calcular / Siguiente
FLUJO ALTERNATIVO:	1. A Devuelve resultados del cálculo / pasa a la siguiente acción.
POSTCONDICIONES:	Se procesan los resultados de los cálculos derivados de temperatura, evaporación y precipitación.

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 29. Diagrama de Actividades Calcular



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 13: **Descripción caso de uso Visualizar resultados**

NOMBRE:	Visualizar Resultados
DESCRIPCIÓN:	Los resultados se visualizan de forma automática una vez que se elige calcular, adicionalmente se puede generar gráficas estadísticas.
ACTORES:	Usuario autenticado
PRECONDICIONES:	Se procesan los resultados de los cálculos derivados de temperatura, evaporación y precipitación.
FLUJO NORMAL:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Representar visualmente los resultados. 2. Graficar.
FLUJO ALTERNATIVO:	<ol style="list-style-type: none"> 2. A Elección de gráficos.
POSTCONDICIONES:	Se visualiza los resultados de los cálculos derivados de temperatura, evaporación, precipitación y gráficas estadísticas.

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 30. Diagrama de Actividades Visualizar Resultados

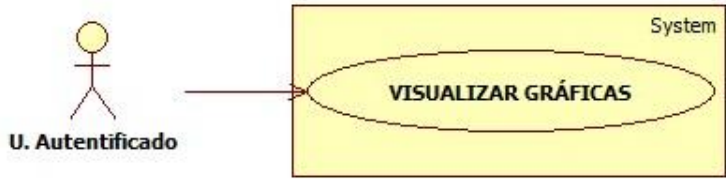


Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Visualizar Gráficas

Este diagrama representa la acción de visualizar las gráficas generadas después de realizar los cálculos, además en esta sección se puede aumentar de tamaño seleccionando cada imagen y también elegir lo que se desee observar en la gráfica, es decir el usuario puede elegir una sección del gráfico estadístico para observar con más detalle.

Figura 31. Diagrama de caso de uso Visualizar Gráficas



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 14: Descripción caso de uso Visualizar gráficas

NOMBRE:	Visualizar gráficas
DESCRIPCIÓN:	Se visualizan las gráficas resultantes las mismas que pueden ser guardadas en formato jpeg.
ACTORES:	Usuario autenticado
PRECONDICIONES:	Se debe a ver realizado todos los cálculos y seguido toda la secuencia de pasos en el sistema.
FLUJO NORMAL:	<ol style="list-style-type: none">1. Pulsar Visualizar.2. Elegir gráfico.
FLUJO ALTERNATIVO:	<ol style="list-style-type: none">2. A Zoom a los gráficos.
POSTCONDICIONES:	Generar boletín de índices agroclimatológicos

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 32. Diagrama de Actividades Visualizar Gráficas

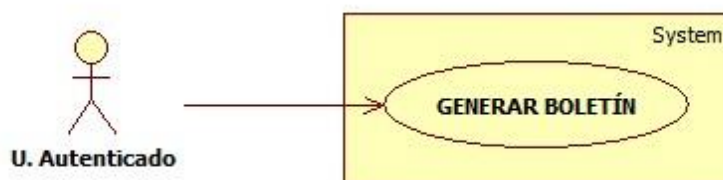


Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Generar Boletín

Los siguientes diagramas, muestran la acción de generar el boletín el cual es visualizado en formato PDF. Es decisión del usuario Autenticado si guarda o imprime el documento.

Figura 33. Diagrama de caso de uso Generar Boletín



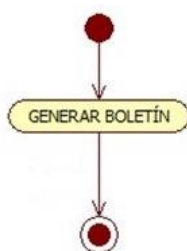
Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 15: Descripción caso de uso Generar boletín

NOMBRE:	Generar Boletín
DESCRIPCIÓN:	Para poder generar el boletín el usuario debe pulsar sobre el botón que lleva el nombre de la acción a efectuarse y posteriormente se crea archivo con formato en pdf.
ACTORES:	Usuario autenticado
PRECONDICIONES:	Se debe a ver realizado todos los cálculos y seguido toda la secuencia de pasos en el sistema.
FLUJO NORMAL:	<ol style="list-style-type: none">1. Pulsar Generar boletín.2. Mostrar boletín en formato pdf.
FLUJO ALTERNATIVO:	<ol style="list-style-type: none">2. A Accionar el link para ver el boletín.
POSTCONDICIONES:	El boletín se visualiza en la pantalla.

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 34. Diagrama de Actividades Generar Boletín

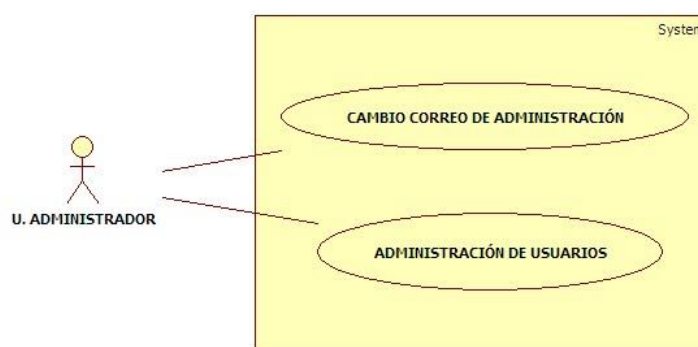


Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Administrador

Se puede ver en estos diagramas que se tiene dos acciones, la primera es la edición del correo electrónico por el cual se envía notificaciones al usuario una vez que este sea registrado y la segunda es la administración de usuarios.

Figura 35. Diagrama de caso de uso Administrador



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 16: Descripción caso de uso Cambio correo administrador

NOMBRE:	Cambio correo Administración
DESCRIPCIÓN:	Este correo puede ser modificado mediante la pantalla de administración.
ACTORES:	Usuario administrador autenticado
PRECONDICIONES:	Se deberá ingresar a la página de inicio del sistema, y en el espacio de dirección url al final se modificará la dirección escribiendo administrar.HTML.
FLUJO NORMAL:	<ol style="list-style-type: none">1. Pulsar Cambiar.2. Ingresar nuevo correo.3. Aceptar.
FLUJO ALTERNATIVO:	<ol style="list-style-type: none">1. A Se activa casilla para realizar el cambio.3. B Se cambia correo en la base de datos.
POSTCONDICIONES:	Comprobación de cambios ingresando al sistema.
RESTRICCIONES:	El dominio quedará especificado automáticamente como inamhi.gob.ec.

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 36. Diagrama de Actividades Cambio Correo Administrador



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 17: Descripción caso de uso Administración de usuarios

NOMBRE:	Administración de usuarios
DESCRIPCIÓN: Los usuarios podrán ser eliminados, editados o creados.	
ACTORES: Usuario administrador autenticado	
PRECONDICIONES: Se deberá ingresar a la página de inicio del sistema, y en el espacio de dirección url al final se modificará la dirección escribiendo administrar.HTML.	
FLUJO NORMAL: <ol style="list-style-type: none"> 1. Click derecho sobre el usuario. 2. Elegir Editar / Nuevo / Eliminar. 3. Aceptar. 	
FLUJO ALTERNATIVO: <ol style="list-style-type: none"> 2. A Editar. Se despliega una ventana con los campos a editar. 2. B Eliminar. Se elimina directamente de la base de datos. 2. C Nuevo. Se despliega una ventana con los campos a ingresar. 2. D Mensaje de error por falta de ingreso de algún dato. 	
POSTCONDICIONES: Los cambios podrán ser verificados ya sea por el usuario administrador como por el usuario autenticado.	
RESTRICCIONES: Como administrador se podrá modificar en todos los campos del usuario a excepción de la contraseña.	

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 37. Diagrama de Actividades Administración de usuarios



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

3.2.4 Explicación general de los diagramas

Para la **generación de un boletín** de índices agrícolas, el usuario debe estar registrado para poder autenticarse en el sistema y poder ingresar, luego debe escoger con qué datos va a trabajar, la información que utiliza el sistema es proporcionada por la base de datos del INAMHI.

Con los datos de temperatura, el usuario calcula índices térmicos (cálculos derivados de la precipitación) y tiene la opción de interpretar estos datos mediante gráficas estadísticas que el sistema provee.

Con datos de Evaporación el usuario calcula índices relacionados con las necesidades hídricas de la planta, para estos cálculos además de datos de evaporación también usa datos de temperaturas y de precipitación.

Con los datos de precipitación, SGIA utiliza la estadística básica para calcular medidas de tendencia central y no central con el fin de establecer parámetros para clasificar la serie de precipitación en períodos.

Finalmente todos estos datos son exportados en un archivo en formato PDF.

Para calcular la probabilidad de Helada agrícola el usuario debe autenticarse, dirigirse luego al menú principal de la aplicación y seleccionar probabilidad de Helada.

En la pantalla de Probabilidad de Helada el usuario deberá completar los datos de la medición a la siete de la noche, anterior al pronóstico: la temperatura del punto de rocío en grados centígrados, la temperatura del termómetro seco en grados centígrados, la temperatura del termómetro húmedo en grados centígrados, el coeficiente de nubosidad en octas.

El sistema calculará la temperatura mínima para el siguiente día y mediante un mensaje le informará al usuario si se considera o no una Helada agrícola.

Para administrar el sistema el usuario administrador deberá autenticarse.

En la pantalla de administración, el usuario puede cambiar el correo por el cual se informa a los usuarios nuevos su registro a la aplicación.

En esta pantalla se puede también administrar los usuarios existentes, esto incluye editar, eliminar o crear usuarios.

3.3 Funcionamiento de procesos

Para obtener los resultados solicitados por el cliente, el sistema ejecuta un grupo de secuencias de instrucciones, las mismas que realizan los cálculos y presenta el producto final denominados boletines agroclimatológicos.

3.3.1 Detalle de procesos realizados automáticamente

Los procesos realizados por el SGIA se describen a continuación:

- Obtener datos de una localidad del país que cuente con una estación del INAMHI, tales como nombre, latitud, longitud, altitud, tipo de estación.
- Ordenar los datos diarios cronológicamente del más antiguo al más reciente.
- Calcular índices agrícolas.
- Realizar gráficas estadísticas.
- Exportar los datos y los cálculos realizados.

3.3.2 Qué no hace el sistema

Debido a la gran cantidad de datos a nivel diario que posee una estación, el sistema está limitado a que se pueda realizar una consulta con un período máximo de tres años.

En caso de encontrar datos faltantes el sistema no los rellena con alguna metodología sino que los elimina, haciendo coincidir la fecha entre las series.

El sistema no edita los datos en tiempo real obtenidos de la base de datos ya que al ser estos editados, los resultados serían ficticios.

3.3.3 Perfiles del usuario

El sistema puede ser utilizado por cualquier persona que realice alguna actividad agrícola, pero debe tener conocimiento sobre la Fenología de las plantas que es la relación entre el clima y las plantas, esto para poder ingresar datos requeridos y entender e interpretar los resultados.

CAPÍTULO 4

CONSTRUCCIÓN DE LA APLICACIÓN

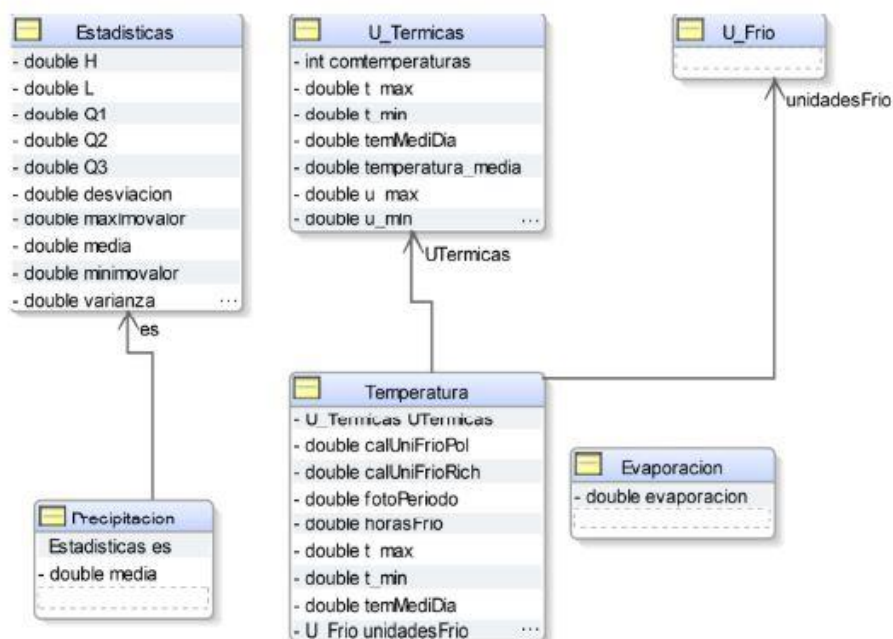
4.1 Diseño del sistema

4.1.1 Diseño de clases

Las clases del sistema están desarrolladas mediante lenguaje Java por lo tanto posee la estructura de su estándar, a continuación se muestra el diagrama de clases del sistema separado por paquetes.

El paquete Cálculos es el encargado de realizar cálculos mediante los métodos descritos anteriormente en la Fenología Agrícola.

Figura 38. Diseño de clases paquete Cálculos



Fuente: Sistema SGIA

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Clase Estadísticas

En esta clase se implementan los métodos necesarios para calcular la media aritmética de una serie de datos debido a los eventos extremos puede haber datos con valor 0, además un método para calcular la varianza y desviación estándar de

una serie de datos, se utiliza un método para ordenar los datos en una matriz con el método de la burbuja.

Clase Evaporación

En esta clase se implementa métodos para realizar cálculos derivados de la evaporación tales como evapotranspiración potencial a través de la fórmula de Hargreaves, el déficit climatológico la relación precipitación evaporación como métodos principales entre otros que son necesarios para realizar los cálculos expuestos anteriormente.

Clase Precipitación

Se implementa para calcular los derivados de la precipitación además existe un método que determina si un período fue seco o húmedo comparando con la normal decadal.

Clase Temperatura

Se construye métodos para realizar cálculos derivados de la temperatura tales como unidades térmicas, unidades fototérmicas, fotoperíodo, unidades frío, primera Helada, última Helada, y cálculos básicos necesarios.

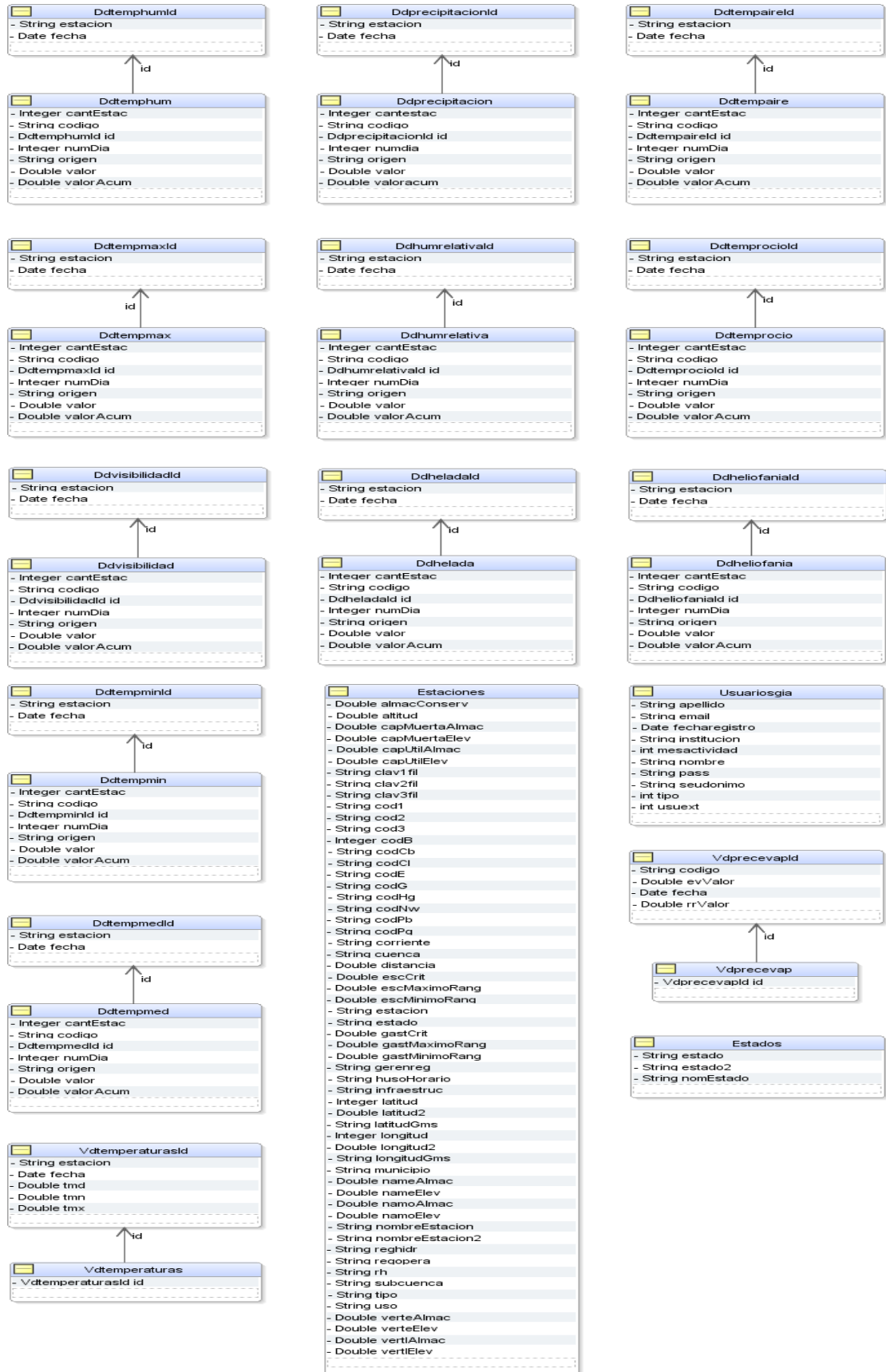
Clase Unidades Frío

Utilizando la ecuación matemática de Richardson, polinomial, considerando como temperatura optima a 6 grados.

Clase Unidades Térmicas

Se implementa métodos para realizar los cálculos de unidades térmicas mediante los métodos seno, residual, fisiológico.

Figura 39. Diseño de clases paquete Mapeo



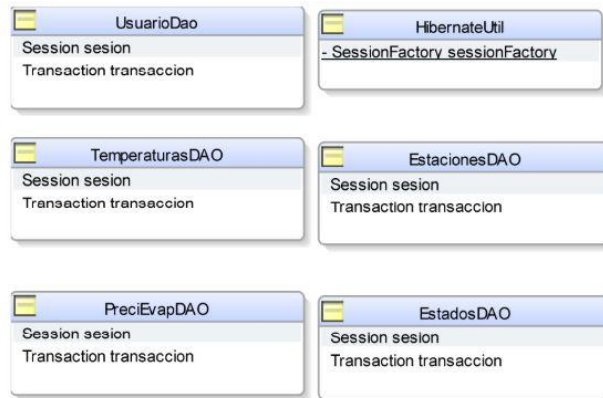
Fuente: Sistema SGIA

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Todo el paquete contiene clases para realizar consultas a la base de datos.

Debido a la cantidad de información que se desea consultar, en este paquete se especifica las clases donde se realizaran las diferentes consulta para realizar cálculos.

Figura 40. Diseño de clases paquete DAO



Fuente: Sistema SGIA

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Clase EstacionesDAO

Se encarga de realizar un mapeo de las estaciones.

Clase EstadosDAO

Se encarga de listar las estaciones.

Clase HibernateUtil

Para facilitar el almacenamiento y recuperación de objetos del dominio de Java a través de mapeo objeto /. Se utiliza para crear la sección SessionFactory de la norma hibernate.cfg.xml

Clase PreciEvapDAO

Se utiliza métodos para obtener los valores de la precipitación y la temperatura de acuerdo con la fecha y la estación seleccionada para los cálculos de la temperatura.

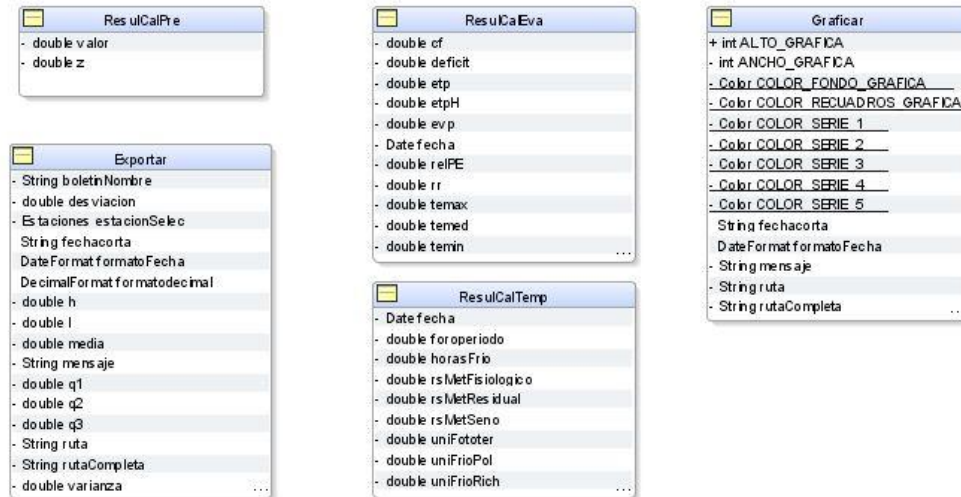
Clase TemperaturasDAO

Consulta a la base de datos de estaciones cuyos datos principales son los registro de temperaturas extremas.

Clase UsuarioDAO

Administración de usuarios.

Figura 41. Diseño de clases paquete Resultados



Fuente: Sistema SGIA

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Clase Exportar

Esta clase se encarga de exportar los resultados de los cálculos y los gráficos generados.

Clase Graficar

Esta clase es la encargada de graficar los resultados calculados tales como: cálculos de los derivados de la temperatura, unidades foto térmicas y fotoperiodo.

Clase ResulCalEva

Mostrar gráficamente los resultados de los cálculos de la precipitación evaporación.

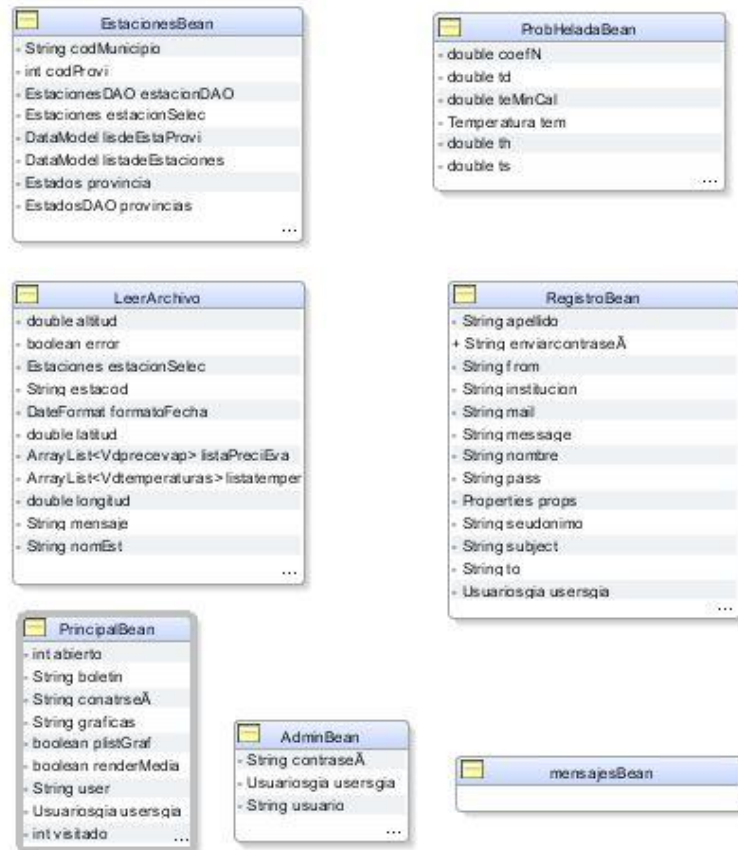
Clase ResulCalPre

Esta clase está encargada de controlar la vista de los resultados expuestos en las páginas.

Clase ResulCalTemp

En esta clase están los métodos necesarios para mostrar los resultados de los cálculos derivados de la temperatura en la vista xhtml.

Figura 42. Diseño de clases paquete Controladores



Fuente: Sistema SGIA

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Clase AdminBean

Esta clase es para administrar los usuarios SGIA.

Clase EstacionBean

Genera las consultas a la base de datos de estaciones registradas en la base de datos MCH.

Clase PrincipalBean

Es el Bean principal para que interactuemos con las clases principales.

Clase ProbHeladaBean

Mediante una ecuación matemática se calcula la temperatura mínima del siguiente día y diagnosticar que puede ser una Helada.

Clase RegistroBean

Clase que se utiliza para enviar email de confirmación para el usuario.

Clase mensajeBean

Se encarga de mostrar mensajes de las páginas que no requieran hacer uso de otros Beans.

Figura 43. Diseño de clases paquete Validaciones



Fuente: Sistema SGIA

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Clase Encriptación

Para seguridades de ingreso al sistema se realiza esta clase de encriptación de password, con el fin de que no existan intrusos.

En esta clase se genera métodos de seguridades gracias a algoritmos de encriptación propuestos por ORACLE en “Java Cryptography Architecture (JCA) Reference Guide”.

Clase ValidacionEmail

Esta clase contiene un método para validar direcciones de email es decir que estos no contengan caracteres con letras mayúsculas espacios, etc. En caso de ingresar una

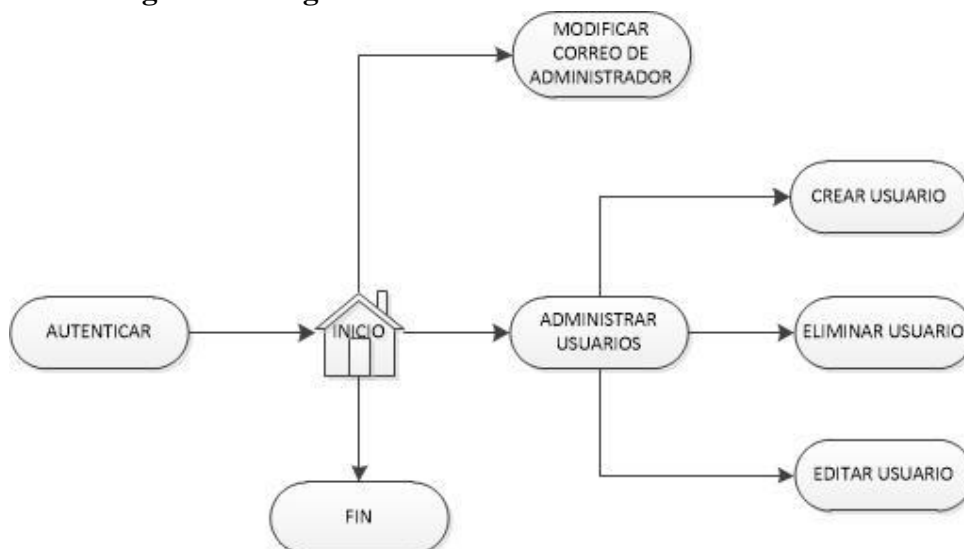
dirección con un carácter no válido esta clase generará un mensaje de aviso explicando que no se puede ingresar cierto carácter.

4.1.2 Diseño de la arquitectura de módulos del sistema

4.1.2.1 Diseño navegacional

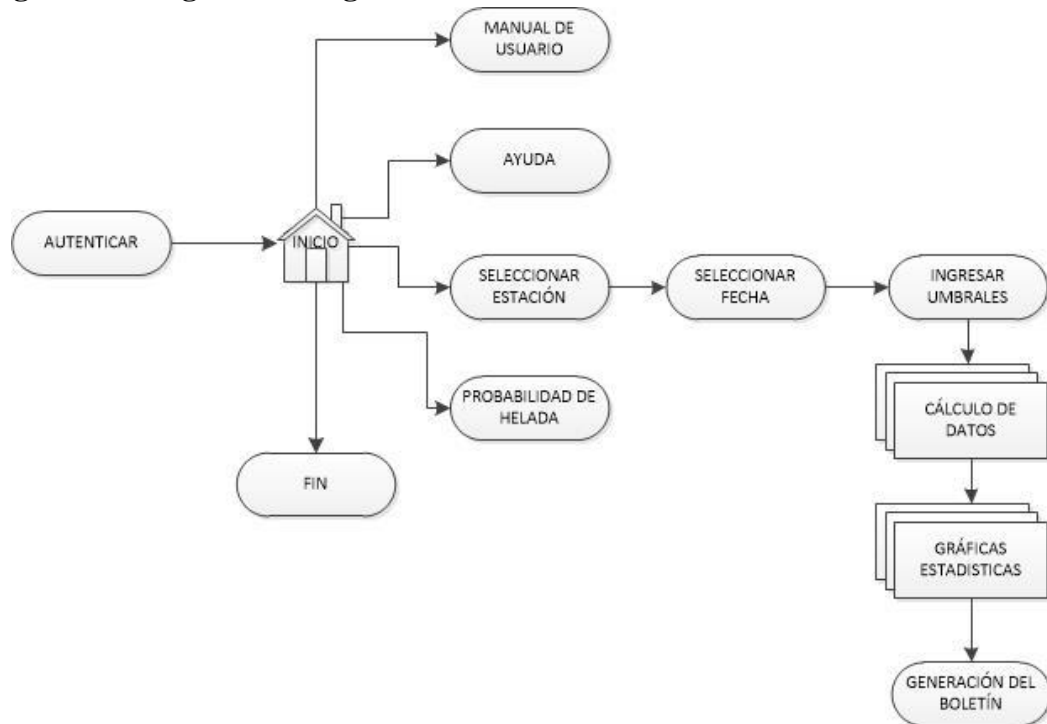
Un diseño navegacional se debe expresar en términos de sus componentes y los vínculos que existen entre ellos, se utiliza para que el usuario tenga una visión preliminar del sitio al cual quiere acceder y no experimente una sensación de confusión.

Figura 44. Diagrama navegacional Administrador



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Figura 45. Diagrama navegacional Usuario



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

4.1.2.2 Estructura del sitio

Para realizar el sitio web se llevó a cabo un minucioso estudio donde se eligió los componentes que de cierta forma van a ocupar todo el contenido del sitio. La propuesta informática es una aplicación lineal que automatiza cálculos cuyos resultados son representados visualmente y que para obtenerlos deben pasar por un proceso secuencial. Es por esta razón que la estructura del sitio es tipo árbol, la misma que consta con una página Index o principal desde la cual se puede llegar a otras.

Para llegar desde la primera a la última se deben atravesar por páginas intermedias como por ejemplo para obtener resultados de precipitación se debe obtener ciertos resultados de cálculos derivados de evaporación, pero primero se obtiene resultados de cálculos derivados de temperatura.

La siguiente figura muestra la estructura del sitio Autenticar que consta con una maqueta sugerida por varios programadores que utilizan XHTML, con los tags HEADER en el cual consta los elementos como los logo institucional y el título del sistema, FOOTER con logotipos que son links para acceder a otros sitios que tiene

que ver de alguna forma con el INAMHI como por ejemplo la OMM, Secretaría Nacional del Agua y Ministerio de Agricultura, Ganadería y pesca y el BODY con componentes distribuidos a través de formas y divisiones que constan de contenedores donde se interactúa con el usuario para ingresar al sistema.

Figura 46. Estructura del sitio Autenticar

Encabezado

Logo

TÍTULO DE LA APLICACIÓN: SISTEMA SGIA

MENU PRINCIPAL

MENSAJES DE INTERACCIÓN

CONTENIDO PRINCIPAL

Registrarse

Usuario

Contraseña

Nombre Completo

Confirmar contraseña

Ingresar

Registrar

Pié de página

INAMHI

Secretaría Nacional del Agua

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

ONU

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

La estructura del sitio General, básicamente es similar al de la estructura del sitio Autenticar, lo que se adiciona son componentes en el elemento BODY como por ejemplo un menú interactivo que permite salir del sistema, ir al principio de la secuencia o realizar un cálculo de probabilidad de Helada a través de una ecuación matemática, así como también listas de despliegue de información de estaciones, botones para realizar cálculos o para pasar a la siguiente página, etc.

Figura 47. Estructura del sitio General



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

4.1.2.3 Diagrama secuencial

”Los diagramas de secuencia describen la interacción entre objetos de una aplicación y los mensajes recibidos y enviados por los objetos” (Altova, 2005) (párr. 1).

El diagrama de secuencia del sistema SGIA, consta de varios elementos, los cuales se detalla a continuación:

Actores:

- Actor usuario registrado.
- Actor base de datos MCH.

Objetos:

- Interfaz.
- Cálculo.
- Temperatura.
- Unidad térmica.

- Unidad frío.
- Básica.
- Estadística.
- Precipitación.
- Evaporación.

Mensajes:

- Ida y vuelta.

En la siguiente figura se puede observar que la primera acción que realiza el usuario registrado es seleccionar e ingresar datos por medio de la interfaz, los mismos que son obtenidos del segundo actor que es la base de datos MCH, a partir de este punto se da una secuencia de cálculos derivados entre todos los objetos para finalmente en la generación del boletín de índices agroclimatológicos.

```

sequenceDiagram
    actor U as USUARIO REGISTRADO
    participant I as _INTERFAZ
    participant C as _CÁLCULO
    participant T as _TEMPERATURA
    participant UT as _UNIDAD TÉRMICA
    participant UF as _UNIDAD FÍSIO
    participant B as _BÁSICA
    participant E as _ESTADÍSTICA
    participant P as _PRECIPITACIÓN
    participant EV as _EVAPORACIÓN
    participant S as _SISTEMA NOCH

    U->>I: 1 : SELECCIONAR E INGRESAR DATOS()
    I->>C: 2 : ENVIAR DATOS()
    C->>C: 3 : SELECCIONAR()
    C->>C: 6 : CALCULAR UNIDADES FOTOTÉRMICAS()
    C->>C: 8 : CALCULAR FOTOPERÍODO()
    C->>C: 10 : CALCULAR DECLINACIÓN()
    C->>C: 13 : CALCULAR HORAS FRÍO()
    C->>C: 16 : SELECCIONAR()
    C->>UT: 19 : UNIDADES TÉRMICAS()
    UT->>UT: 21 : FRÍO()
    UT->>C: 23 : COMPARACIÓN TEMPERATURAS()
    C->>C: 26 : RESIDUAL()
    C->>C: 29 : FISIOLÓGICO()
    C->>C: 30 : TEMPERATURA MEDIA()
    C->>C: 31 : TEMPERATURA MEDIA RESIDUAL()
    C->>C: 32 : SELECCIONAR()
    C->>E: 35 : RICHARDSON()
    E->>E: 36 : POLINOMIAL()
    E->>E: 38 : SELECCIONAR()
    E->>E: 36 : MAYOR VALOR()
    E->>E: 37 : MENOR VALOR()
    E->>E: 39 : MEDIA()
    E->>C: 39 : PRESENTAR RESULTADOS DE TEMPERATURAS
    C->>I: 40 : GRAFICAR RESULTADOS DE TEMPERATURAS()
    I->>I: 41 : ENVIAR RESULTADOS DE TEMPERATURA
    I->>I: 42 : PRESENTAR RESULTADOS DE TEMPERATURA
    I->>P: 43 : SELECCIONAR PRECIPITACIÓN()
    I->>P: 44 : PRESENTAR RESULTADOS DE PRECIPITACIÓN
    I->>EV: 45 : SELECCIONAR EVAPORACIÓN()
    I->>EV: 46 : RESULTADOS DE EVAPORACIÓN
    I->>I: 47 : GRAFICAR RESULTADOS DE PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN()
    I->>I: 48 : ENVIAR RESULTADOS DE PRECIPITACIÓN
    I->>I: 49 : PRESENTAR BOLETÍN CON RESULTADOS DE PRECIPITACIÓN
  
```

4.1.2.4 Base de datos

La siguiente figura, indica la estructura de la base MCH conformada por 8 tablas con relaciones de barrios a uno, más dos tablas creadas para la administración de usuarios.

La idea de crear las tablas para administración de usuarios es para llevar un cierto registro de las actividades que un usuario realiza en el transcurso de la visita al sistema como por ejemplo la hora y fecha de ingreso.

The screenshot displays a complex database schema with several tables and their attributes:

- ddenvaporacion**: Estacion CHAR(20), Fecha DATETIME, Valor DOUBLE, Codigo CHAR(10), ValorAcum DOUBLE, NumDia INT(11), CantEstac INT(11), Origin CHAR(32), estaciones_Estacion C...
 - Indices: PRIMARY, fk_ddenvaporacion_estad...
- ddtempemin**: Estacion CHAR(20), Fecha DATETIME, Valor DOUBLE, Codigo CHAR(10), ValorAcum DOUBLE, NumDia INT(11), CantEstac INT(11), Origin CHAR(32), estaciones_Estacion CH...
 - Indices: PRIMARY, fk_ddtempemin_estaciones...
- ddtemperelativa**: Estacion CHAR(20), Fecha DATETIME, Valor DOUBLE, Codigo CHAR(10), ValorAcum DOUBLE, NumDia INT(11), CantEstac INT(11), Origin CHAR(32)
 - Index: 1 more
 - Indices: PRIMARY, fk_ddtemperelativa_estacione...
- ddhelada**: Estacion CHAR(20), Fecha DATETIME, Valor DOUBLE, Codigo CHAR(10), ValorAcum DOUBLE, NumDia INT(11), CantEstac INT(11), Origin CHAR(32), estaciones_Estacion C...
 - Indices: PRIMARY, fk_ddhelada_estaciones...
- ddhelobotania**: Estacion CHAR(20), Fecha DATETIME, Valor DOUBLE, Codigo CHAR(10), ValorAcum DOUBLE, NumDia INT(11), CantEstac INT(11), Origin CHAR(32), estaciones_Estacion CHAR...
 - Indices: PRIMARY, fk_ddhelobotania_estaciones...
- ddhelopanax**: Estacion CHAR(20), Fecha DATETIME, Valor DOUBLE, Codigo CHAR(10), ValorAcum DOUBLE, NumDia INT(11), CantEstac INT(11), Origin CHAR(32), estaciones_Estacion C...
 - Indices: PRIMARY, fk_ddhelopanax_estacione...
- estaciones**: Estacion CHAR(20), NonbreEstacion CHAR(100), NonbreEstacion2 CHAR(100), Hushorano CHAR(4), Longitude INT(11), Latitude INT(11), Altitud DOUBLE, Longitude2 DOUBLE, Latitude2 DOUBLE, LongitudeHS CHAR(15), LetsudGS CHAR(15), Estado CHAR(3), Gerencia CHAR(3), Cuencia CHAR(3), Subseccion CHAR(3), Respuesta CHAR(5), Registra CHAR(3), RH CHAR(2), Municipio CHAR(3), coddi INT(11), cods CHAR(5), codCE CHAR(3), codE CHAR(3), codG CHAR(3), codIG CHAR(3), codPD CHAR(3), codIVE CHAR(3), codI CHAR(3), codJ CHAR(3), codK CHAR(3), nanolev DOUBLE, nanoleinac DOUBLE, nanoleiv DOUBLE, nameAlnac DOUBLE, verteleiv DOUBLE, verteleinac DOUBLE, vertilev DOUBLE, verAlnac DOUBLE, capkVerteleiv DOUBLE, capkVerteleinac DOUBLE, capuleiv DOUBLE, capuleAlnac DOUBLE, AlnacConserv DOUBLE, diaJE CHAR(5), diaZE CHAR(5), diaJE CHAR(5), esCDT DOUBLE, esCDMinRang DOUBLE, esMaxMinRang DOUBLE, gasCDT DOUBLE, gasMinRang DOUBLE, gasMaxRang DOUBLE, corriente CHAR(20), distancia DOUBLE, Infestructur CHAR(20), tipo CHAR(20), uso CHAR(15)
 - Indices: PRIMARY
- usuarioslogia**: nombre VARCHAR(30), apellido VARCHAR(30), email VARCHAR(45), pseudonimo VARCHAR(45), pass VARCHAR(100), usuarionom VARCHAR(100), usuarionotic INT, usuariregistro UPTCHARY, sexo INT
 - Indices: PRIMARY
- usuarioslogica**: email VARCHAR(45), usuarionotic INT, usuariregistro UPTCHARY, sexo INT
 - Indices: PRIMARY

Dashed lines indicate foreign key relationships between the tables.

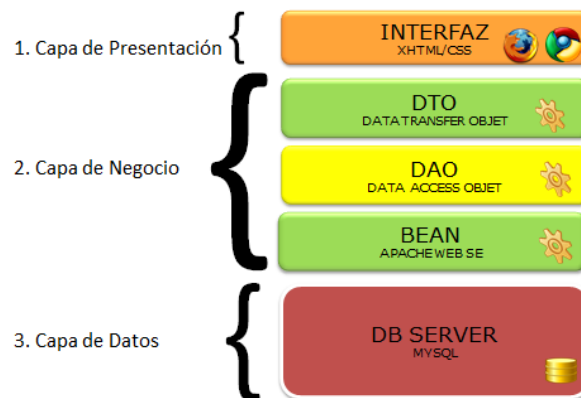
Elaborado: Pablo Llerena, Rodolfo Molina

4.1.2.5 Patrón de diseño MVC

El desarrollo del sistema está basado en el patrón de diseño MVC, por lo tanto se ha dividido la aplicación en tres capas, la capa de base de datos, la capa del modelo que contiene la lógica del negocio y la capa de presentación.

Esta división se la realizó para asegurar que la aplicación sea escalable, segura y que se pueda integrar con módulos futuros o con otras aplicaciones.

Figura 50. Diseño arquitectónico



Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Capa de presentación es la interfaz gráfica entre el usuario y el sistema SGIA, para que exista compatibilidad de navegadores web que los usuarios utilizarían; la capa de presentación o también conocida como capa de usuario fue construida básicamente en XHTML (eXtensible HyperText Markup Language) v1.0 que conjuntamente con el lenguaje CSS (Cascading Style Sheets) que permite que los componentes como listas desplegables se adapten a la pantalla que utilice el usuario, la capa de presentación cumple con las fases de inicio, elaboración, desarrollo y transición que recomienda la metodología RUP.

Capa de negocio es la que recibe y envía las peticiones del usuario establecidas a través de la capa de presentación, esta resuelve lo que genera el usuario y conjuntamente con la capa de datos solicita información a la base de datos MCH.

La capa de negocio está compuesta por los siguientes componentes:

- **DTO (Data Transfer Object)** Este componente se usa para reducir el número de llamadas de los métodos que se utiliza para cálculos, consultas,

presentaciones, etc. Es un objeto que lleva datos entre procesos, con el fin de reducir recursos y que el proceso optimice.

- DAO (Data Access Object) Gracias a los objetos de acceso a datos que es la interfaz entre la aplicación y la base de datos, los usuarios podrán interactuar con los datos proporcionados por la base de datos MCH ya que este componente del sistema permite realizar estas acciones de forma transparente.
- BEAN Tienen como particularidad trabajar con implementación serializable, atributos privados (private), métodos set() y get() públicos de los atributos privados y tener un constructor público por defecto; se pudo reutilizar varios componentes y de esta forma resumir programación para cada componente.

Capa de datos es la que está compuesta por el sistema de base de datos propia del INAMHI denominada MCH (Meteorología Climatología Hidrología), es donde esta almacenada toda la información que va a ser consultada para generar cálculos, y con los resultados obtenidos representar de forma gráfica o a través de boletines agroclimatológicos, cabe recalcar que el sistema SGIA solo realiza consultas a esta base de datos y contiene una interoperabilidad con una tabla de usuarios que acceden al sistema.

4.1.3 Aprobación del diseño del sistema

En coordinación con el personal del Subproceso de Estudios e Investigación Meteorológica, se realizó una reunión en la cual se trató sobre el diseño del sistema basándose en la lógica de negocios que planteaba de forma general los cálculos automatizados de temperatura, evaporación, precipitación y derivados de los mismas variables, etc. para luego ser generados en un boletín agroclimatológicos, los antecedentes de esta reunión están elaborados en un acta la cual esta adjunta a este documento.

4.2 Construcción del sistema

4.2.1 Preparación del entorno de generación y construcción

Para desarrollar la aplicación se utilizó como entorno de desarrollo el IDE NetBeans en su versión 7.2, con la versión de jdk 7, para programar la lógica de negocio.

La aplicación corre en el contenedor de servlets Apache Tomcat 7, bajo sistema operativo Windows Server 2008 R2 que funciona como servidor web; el servidor de base de datos corre bajo sistema operativo Windows server 2008 R2, con MYSQL en su versión 5 edición comunidad como motor de base de datos.

4.2.2 Generación del código

Para generar el código en los diferentes lenguajes como Java, JSF, XHTML, se hizo uso del editor de código de NetBeans y se sigue la guía de programación que forma parte de los anexos de este documento.

En la parte más relevante como lo es la herramienta de Mapeo objeto-relacional para Java la misma que se denomina como Hibernate.

Como SGIA es un sistema con orientación a objetos es decir que ocupa un espacio en la memoria de la computadora y el otro modelo de datos que es la base de datos MCH se buscó que utilizando Hibernete se realice las consultas a la base de datos operando sobre objetos con las características propias de POO.

Esta herramienta genera sentencias de consulta sin que el desarrollador lo realice manualmente con una portabilidad entre los posibles motores de bases de datos apenas con un pequeño incremento en el tiempo de ejecución. A través de esto se intenta que el sistema tenga una flexibilidad con el esquema de tablas que se realiza las diferentes consultas.

4.2.3 Código web

XHTML es un lenguaje similar a HTML, pero con algunas diferencias que lo hacen más robusto y aconsejable para la modelación de páginas web. Las siglas corresponden con las palabras inglesas Extensible Hypertext Markup Language, que vendría a significar en castellano algo así como lenguaje extensible de marcación hipertexto. (Alvarez, 2011) (párr. 1)

Una de las ventajas de crear un sistema informático mediante código web, es el permitir que este sea accesible al usuario final además de no tener que instalar software adicional para poder tener acceso a la aplicación. Otra ventaja de desarrollar una aplicación mediante código web es que este contiene una gama amplia de

dispositivos que se distribuyen o acoplan a cualquier navegador como por ejemplo Internet Explorer, Firefox, Google Chrome.

Muchas de las instituciones gubernamentales para ofrecer sus productos requieren que sus aplicaciones sean construidas mediante código web, este es el caso del INAMHI que para poder presentar parte de su información se vale de su página web www.inamhi.gob.ec donde el sistema SGIA será también presentado.

Para crear el sitio web se utilizó el lenguaje XHTML (eXtensible HyperText Markup Language) que nace después de HTML4, este lenguaje tiene un nivel técnico más estricto, ya que esto permite que sea más fácil hacer cambios, buscar errores, etc. Gracias a ello el sistema va a ser más ordenado y modificable en el transcurso de su desarrollo, además de que sus componentes de interacción provean una interfaz gráfica amigable para el usuario.

La estructura de XHTML está compuesta por etiquetas o tags las mismas que están constituidas por diferentes elementos o componentes que conforman la página web estos pueden ser por ejemplo imágenes, listas desplegables, botones, bloques de textos entre otros.

A continuación se detalla parte de la codificación web empleada en el sistema SGIA, poniendo como ejemplos dos páginas de las más relevantes del sistema que se utiliza para que este cumpla con los objetivos expresados al inicio de este documento.

A continuación se representa el código implementado para el mapeo:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE hibernate-configuration PUBLIC "-//Hibernate/Hibernate
Configuration DTD 3.0//EN" "http://hibernate.sourceforge.net/hibernate-
configuration-3.0.dtd">
<hibernate-configuration>
  <session-factory>
    <property
name="hibernate.dialect">org.hibernate.dialect.MySQLDialect</property>
    <property
name="hibernate.connection.driver_class">com.mysql.jdbc.Driver</property>
    <property
name="hibernate.connection.url">jdbc:mysql://localhost/mch</property>
    <property name="hibernate.connection.username">root</property>
    <property name="hibernate.connection.password">mysql</property>
    <property name="hibernate.show_sql">>false</property>
```

```

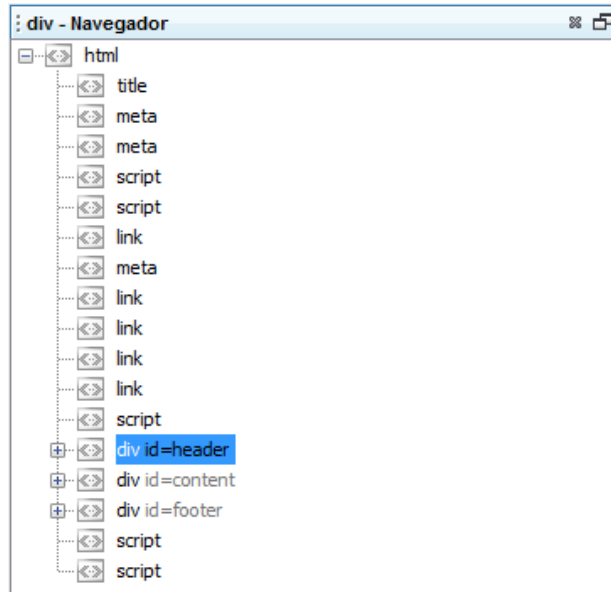
    <property
name="hibernate.current_session_context_class">thread</property>
    <property
name="hibernate.query.factory_class">org.hibernate.hql.classic.ClassicQueryT
ranslatorFactory</property>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddvisibilidad.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddradsolar.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddevaporacion.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddhelada.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddtempmed.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddtempmin.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddheliofania.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddprecipitacion.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Estaciones.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddtemphum.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddhumrelativa.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddtempocio.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Estados.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddtempmax.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Ddtempaire.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Vdtemperaturas.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Vdprecevap.hbm.xml"/>
    <mapping resource="inamhi/gob/ec/mapeo/Usuariosgia.hbm.xml"/>
</session-factory>
</hibernate-configuration>

```

Página de Registro.xhtml

La siguiente figura muestra como está constituida la estructura de la página Registro.xhtml con sus respectivas tags o etiquetas entre las principales está el header, content, y footer:

Figura 51. Código web de página Registro



Fuente: Sistema SGIA, NetBeans

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Encabezado o header

```
<div id="header">
<div class="container">
<div id="logo">
<a href="http://www.inamhi.gob.ec"> 
</a>
</div>
<div class="side">
<div id="titulo">Sistema <span>SGIA</span></div>
<div id="menu">
</div>
</div>
<div class="clear"></div>
</div>
</div>
```

Nótese que todos los componentes mantienen el mismo principio de cuando se inicia el componente también este debe ser cerrado o terminado como por ejemplo el de `<div></div>`

En el tag header o más conocido como cabecera está compuesto por componentes como el `<div class="container">` donde la sentencia class realiza una referencia al

elemento container lo busca en el CSS y lo muestra en la división o en este espacio del header.

Los componentes `div` permiten realizar una distribución de componentes en este sitio de la página y dentro de este componente está el logotipo con referencia utilizando la sentencia `id`, un link a la página web del INAMHI a través de `href`, la referencia a un archivo de imagen con la sentencia `src` que a través de un path se llama a la imagen `inamhi.png` y rótulos con textos específicos.

Contenido o content

```
<div class="container">
    <!--aquí poner las clases faltantes-->
    <form id="menuDock" name="menuDock" method="post"
action="/SGIA/faces/Registro.xhtml;jsessionid=043C51BB60D34A1F28E24967ABC095
6F" enctype="application/x-www-form-urlencoded">
        <input type="hidden" name="menuDock" value="menuDock" />
        <div class="dock" id="dock">
            <div class="dock-container2">
                <script type="text/javascript"
src="/SGIA/faces/javafx.faces.resource/jsf.js?ln=javafx.faces"></script>
                <a href="#"
onclick="mojarra.jsfcljs(document.getElementById('menuDock'),{'menuDock:j_id
t12':'menuDock:j_idt12'},');return false" class="dock-item">
                    
                    <span id="textodock">Inicio</span></a><a href="#"
onclick="mojarra.jsfcljs(document.getElementById('menuDock'),{'menuDock:j_id
t14':'menuDock:j_idt14'},');return false" class="dock-item">
                    
                    <span id="textodock">Salir</span></a><a href="#"
onclick="jsf.util.chain(this,event,'window.open(\'resources/ayuda/Manual.xht
ml\', \'Manual SGIA\', \'ubicación = 0, STATUS = 0, scrollbars = 1, top=10,
left=10\');','mojarra.jsfcljs(document.getElementById(\'menuDock\'),{'menuD
ock:j_idt16':'menuDock:j_idt16'},\'\\\'\\\'');return false" class="dock-item">
                    
                    <span id="textodock">Manual</span></a><a href="#"
onclick="jsf.util.chain(this,event,'window.open(\'resources/ayuda/ayudasgia.
html\', \'Ayuda SGIA\', \'ubicación = 0, STATUS = 0, scrollbars = 1, width =
550, height = 500, top=10,
left=10\');','mojarra.jsfcljs(document.getElementById(\'menuDock\'),{'menuD
ock:j_idt18':'menuDock:j_idt18'},\'\\\'\\\'');return false" class="dock-item">
                    
                    <span id="textodock">Ayuda</span></a>
            </div>
        </div>
```

```
</div><input type="hidden" name="javax.faces.ViewState"
id="javax.faces.ViewState" value="-1968648867573605773:2892902965885245623"
autocomplete="off" />
</form><script type="text/javascript">
```

La etiqueta container muestra todo los componentes del contenedor de estas página donde se encuentran llamadas a clases bases de datos, títulos, un menú interactivo para ir al inicio o página principal, salir, manual de usuario y una sección de ayuda, cuadros de texto, un captcha para seguridad de autenticación y un botón registrar.

Este código web representa el formulario en el que se encuentra el menú interactivo, con los elementos Inicio, Salir, Manual y Ayuda representados por un gráfico respectivamente, estos elementos tienen una característica peculiar, ya que cuando el mouse se desplaza por la superficie de cada uno de estos 4 elementos se activa eventos, tales como la instrucción onclick así como también de que estas imágenes cambien su tamaño cada vez que el puntero del mouse se pose sobre ellos.

Este menú se repite en casi todas las páginas del sistema con el objetivo de que el usuario pueda elegir en cualquier parte del documento una de las opciones: Inicio, Salir, Manual y Ayuda.

Cabe mencionar que cada página aparte del menú inicio de casi todas ellas, contiene un componente específico que realiza llamados a cálculos, representación de gráficos, inicio del sistema entre otras acciones.

Píe de página o footer

El tag o etiqueta footer o también conocido como pie de página están los componentes tales como iconos con link a empresas aledañas al INAMHI o link para ir a la página principal del INAMHI.

```
<div id="footer">
    <div class="container">
        <div class="block"><a href="http://www.inamhi.gob.ec"></a></div>

        <div class="block"><a href="http://www.senagua.gob.ec"></a></div>

        <div class="block"><a
href="http://http://www.agricultura.gob.ec/"></a></div>

        <div class="block"><a
href="http://www.wmo.int/pages/index_en.html"></a></div>

    <div class="clear"></div>
</div>
</div>
```

Cada componente se distribuye en una división del pie de página es así que el o los componentes se distribuyen de forma correcta en cualquier navegador.

En la siguiente figura se presenta lo codificado:

Figura 52. Página de Autenticación



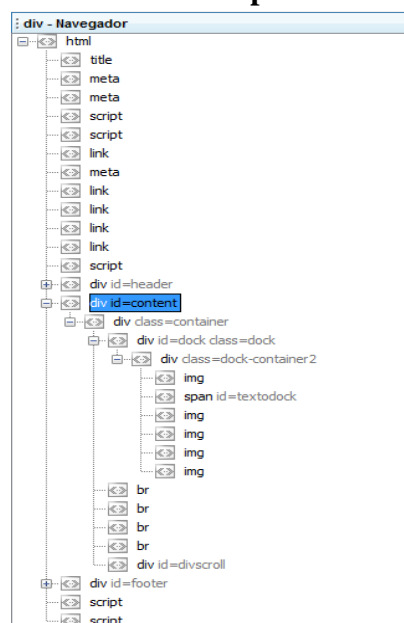
Fuente: Sistema SGIA, NetBeans

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Página de CalculosTemp.xhtml

Todas las páginas web tienen el mismo header y footer, lo que varía es el Content de acuerdo a lo que se va a realizar. En este ejemplo se indica los componentes de la página CalculosTemp.xhtml que están en el Content.

Figura 53. Código web de Cálculos de Temperatura



Fuente: Sistema SGIA, NetBeans

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Cada código o sentencia tiene su acción sobre el sistema tal como llamar a la base de datos a través de clases o también controlar eventos para ejecutar una tarea cuando un usuario quiere realizar una determinada acción utilizando la sentencia “actionListener”.

```
<div id="content">
    <div class="container">
        <!--aqui poner las clases faltantes-->
        <form id="menuDock" name="menuDock" method="post"
action="/SGIA/faces/CalculosTemp.xhtml" enctype="application/x-www-form-
urlencoded">
            <input type="hidden" name="menuDock" value="menuDock" />

            <div class="dock" id="dock">
                <div class="dock-container2">
                    <script type="text/javascript"
src="/SGIA/faces/javafx.faces.resource/jsf.js?ln=javafx.faces"></script>

                    <a href="#"
onclick="mojarra.jsfcljs(document.getElementById('menuDock'),{'menuDock:j_id
t12':'menuDock:j_idt12'}, '');return false" class="dock-item">
                        

                        <span id="textodock">Inicio</span></a><a href="#"
onclick="mojarra.jsfcljs(document.getElementById('menuDock'),{'menuDock:j_id
t14':'menuDock:j_idt14'}, '');return false" class="dock-item">
                            

                            <span id="textodock">Heladas</span></a><a href="#"
onclick="mojarra.jsfcljs(document.getElementById('menuDock'),{'menuDock:j_id
t16':'menuDock:j_idt16'}, '');return false" class="dock-item">
                                

                                <span id="textodock">Salir</span></a><a href="#"
onclick="jsf.util.chain(this,event,'window.open(\'resources/ayuda/Manual.xht
ml\', \'Manual SGIA\', \'ubicación = 0, STATUS = 0, scrollbars = 1, top=10,
left=10\');', 'mojarra.jsfcljs(document.getElementById(\'menuDock\'),{'menuD
ock:j_idt18\':'menuDock:j_idt18'}, '\'))';return false" class="dock-item">
                                    

                                    <span id="textodock">Manual</span></a><a href="#"
onclick="jsf.util.chain(this,event,'window.open(\'resources/ayuda/ayudasgia.
html\', \'Ayuda SGIA\', \'ubicación = 0, STATUS = 0, scrollbars = 1, width =
550, height = 500, top=10,
```

```

left=10\');','mojarra.jsfcljs(document.getElementById(\'menuDock\'),{\\'menuD
ock:j_idt20\':\\'menuDock:j_idt20\'},\\'\\');return false" class="dock-item">
    

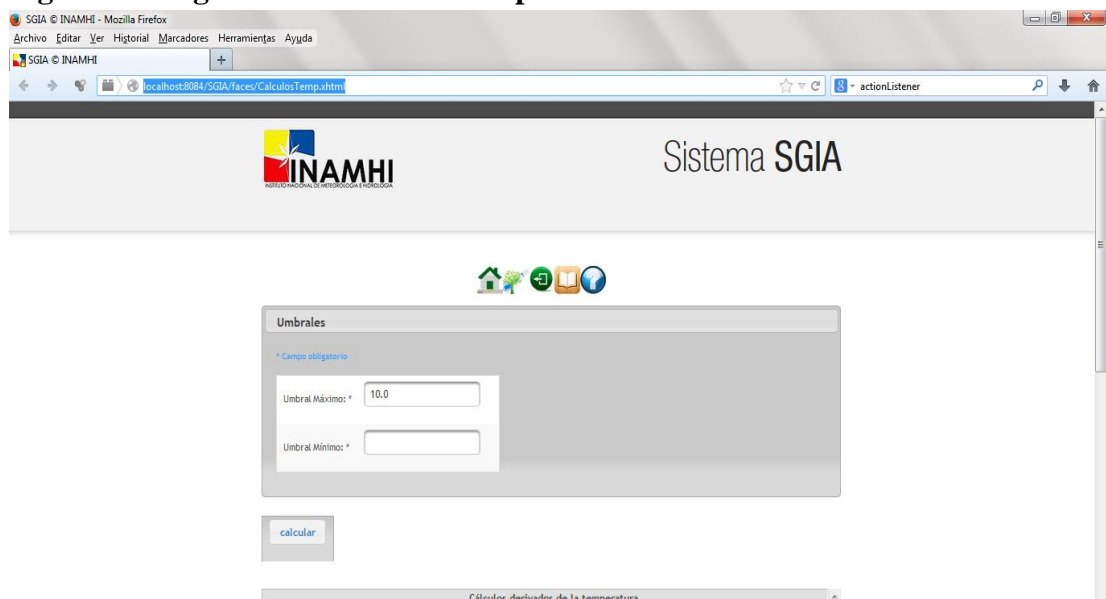
    <span id="textodock">Ayuda</span></a>
</div>
</div><input type="hidden" name="javax.faces.ViewState"
id="javax.faces.ViewState" value="-1152164624369288275:-8765906648176528003"
autocomplete="off" />
</form><script type="text/javascript"
src="/SGIA/faces/javax.faces.resource/configuracion.js?ln=js"></script><labe
l>

```

También en esta página se encuentra formularios con la sentencia form donde está ubicado los componentes del menú interactivo con las opciones de salir, Heladas, manual de usuario, ayuda.

La siguiente figura muestra la página de cálculo de temperatura.

Figura 54. Página de Cálculo de Temperatura



Fuente: Sistema SGIA, NetBeans

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

4.2.4 Ejecución de las pruebas unitarias

“Una prueba unitaria es una forma de probar el correcto funcionamiento de un módulo de código por separado” (Emmanuel, 2011)(párr. 1), a continuación se podrá

observar mediante una tabla, el comportamiento de cada uno de los módulos según los casos de uso, para verificar su funcionamiento.

Tabla 18: Pruebas unitarias Autenticar

Módulo	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Autenticar	Ingresar al sistema	Digitar usuario y contraseña	Pantalla de bienvenida	Una vez ingresado al sistema, si existe inactividad dentro de 5 minutos, el sistema se desconecta
	Recuperar contraseña	Digitar usuario, contraseña, ¿Ha olvidado la contraseña?	Recuperar datos de usuario	Se solicita email para enviar nueva contraseña
	Registrarse en el sistema	Digitar nombre, apellido, usuario, email, contraseña, institución y captcha	Usuario registrado	

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 19: Pruebas unitarias Calcular datos

Módulo	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Calcular	Buscar código de estación	Seleccionar código	Estación seleccionada	Elegir buscar por código o buscar en el mapa
	Seleccionar rango de fechas para la consulta	Rango de fechas de datos a ser consultados	Información de variables de estaciones	Se puede seleccionar datos en un rango máximo de tres años.
	Calcular derivados de temperatura	Seleccionar botón calcular	Pantalla para ingreso de umbrales máximo y mínimo	
	Calcular derivados de temperatura según el ingreso de umbrales	Digitación de umbrales máximo y mínimo	Resultados de los cálculos	Una vez desplegado los datos, se activa la opción de elegir graficar
	Calcular de precipitación y evaporación	Seleccionar botón siguiente	Resultado de los cálculos	
	Calcular derivados de la evaporación	Seleccionar botón siguiente	Resultado de los cálculos	Se puede editar el coeficiente de evaporación
	Calcular probabilístico Z	Seleccionar botón siguiente	Resultado de los cálculos	Una vez desplegado los datos, se activa la opción de elegir graficar

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 20: Pruebas unitarias Visualizar gráficas

Módulo	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Visualizar gráficas	Visualizar las gráficas estadísticas de los resultados	Seleccionar el botón visualizar	Presentación de gráficas estadísticas.	Se puede dar zoom a las imágenes

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 21: Pruebas unitarias Generar boletín

Módulo	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Generar boletín	Se genera el boletín de índices agroclimatológicos	Seleccionar el botón generar boletín	Gráficos disponibles para descargar en formato jpeg	Se visualiza el boletín en formato pdf

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 22: Pruebas unitarias Probabilidad de Helada

Módulo	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Cálculo probabilidad de Heladas	Generación por medio de una ecuación la temperatura mínima del día siguiente	Digitar punto de rocío, termómetro seco, termómetro húmedo y nubosidad en octas.	Resultado del cálculo de la Helada agrícola del día siguiente.	Según el resultado, si es menor de 6°C se considera como Helada

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 23: Pruebas unitarias Administrador

Módulo	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Administrador	Cambiar el correo del usuario administrador	Ingresar usuario y contraseña de usuario administrador	Pantalla de correo de administración de registros.	
		Seleccionar el botón cambiar	Pantalla para ingresar el nuevo correo de administrador	
	Administrar usuarios	Seleccionar usuario con click derecho y seleccionar Nuevo, editar o eliminar.	Según la acción elegida, se creara, modificara o eliminara usuarios de la tabla usuarios registrados	

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Los resultados arrojados una vez culminadas las pruebas unitarias, muestran que la funcionalidad de cada módulo del sistema está acorde a lo esperado, esto se debe en

gran parte a la metodología que se usó para la elaboración del sistema SGIA, que por ser interactiva e incremental, el sistema está en continuas correcciones y mejoras buscando así la calidad en cuanto a desarrollo de software se refiere.

4.2.5 Ejecución de las pruebas de integración

Estas pruebas son de examinación en el cual como su nombre lo indica, integra los diferentes módulos para detectar algún tipo de problema en su conexión que se pueda dar el momento de la interacción entre módulos.

Tabla 24: Pruebas de integración Administrador / Autenticar

Módulos	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Administrador / Autenticar	Ingresar al sistema una vez que está registrado a la base de datos.	Ingresar usuario y contraseña.	Bienvenido al sistema	

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 25: Pruebas de integración Autenticar / Calcular

Módulos	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Autenticar / Calcular datos	Con el usuario ingresado, seleccionar datos de estaciones para realizar cálculos	Ingresar al sistema	Selección de estación	Una vez ingresado al sistema, se podrá calcular la probabilidad de Helada en cualquier momento.

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 26: Pruebas de integración Calcular / Visualizar gráficas

Módulos	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Calcular / Visualizar gráficas	Visualizar los resultados de los cálculos realizados.	Seleccionar botón visualizar.	Visualización de gráficas	Una vez ingresado al sistema, se podrá calcular la probabilidad de Helada en cualquier momento.

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Tabla 27: Pruebas de integración Visualizar gráficas / Generar boletín

Módulos	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Visualizar gráficas / Generar boletín	Con los gráficos de resultados obtenidos, generar boletín agroclimatológicos.	Seleccionar botón generar boletín	Boletín generado correctamente	Se puede visualizar las gráficas de los resultados o el boletín en formato pdf.

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Al finalizar estas pruebas se puede llegar a la conclusión de que la integración de módulos, no ha tenido ningún inconveniente, debido a que SGIA es un sistema secuencial y para conectarse al módulo siguiente, solo existe una acción que ejecutar.

4.2.6 Ejecución de las pruebas del sistema

Las pruebas de sistema tienen por objetivo comprobar que el sistema, que ha superado las pruebas de integración, se comporta correctamente con su entorno (otras máquinas, otro hardware, redes, fuentes reales de información, etc.), una vez montado al servidor. (Macario, 2013)

Tabla 28: **Pruebas de sistema SGIA**

Módulo	Descripción	Datos de entrada	Resultado	Observación
Autenticar	Registrarse en el sistema	Digitar los datos personales solicitados	Usuario registrado	
	Ingresar al sistema	Digitar usuario y contraseña	Pantalla de bienvenida	Una vez ingresado al sistema, si existe inactividad dentro de 5 minutos, el sistema se desconecta
Calcular	Para poder realizar los cálculos respectivos es necesario seleccionar datos y dar un rango de fechas de consulta	Se selecciona estación, se escoge un rango de fechas para la consulta y se digita umbrales	Datos seleccionados y digitados correctamente	Se puede seleccionar una estación por medio de la lista o por la ubicación en el mapa del ecuador
	Se realizan cálculos derivados de temperatura, precipitación y evaporación	Selección del botón siguiente	Resultados de los cálculos	El único dato que el sistema permite editar es el coeficiente de evaporación
Visualización de gráficas y generación de boletín	Se podrá generar gráficas y posteriormente se generara el boletín agroclimatológicos	Seleccionar los botones de visualizar y generar boletín en ese orden	presentación visual de las gráficas y del boletín agroclimatológicos	Se puede aplicar un zoom a las imagen para una mejor visualización de los registros
Probabilidad de Helada	Generar por medio de una ecuación la temperatura mínima del día siguiente	Digitar los datos solicitados para poder realizar el calculo	Se visualiza el resultado	Si el resultado es menor de 6°C, se considera helada

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Las pruebas especificadas en la tabla se las realizaron en un ambiente de producción es decir en un servidor donde el usuario probó el funcionamiento del sistema obteniendo resultados con la interacción entre el sistema y el usuario, también se probó la compatibilidad del sistema con la resolución de pantalla, navegador web y el sistema operativo.

4.2.7 Elaboración de los manuales de usuario

Para que el usuario tenga una guía documentada sobre la operación y administración del sistema SGIA se vio la necesidad de elaborar dos manuales que son: Manual de Usuario y Manual Técnico.

Para la elaboración de estos manuales se utilizó la norma ISO 9000 que describe los siguientes puntos:

- Título, el alcance y el campo de aplicación.
- Tabla de Contenido.
- Páginas introductorias acerca de la organización y del manual
- Política y objetivos de calidad.
- Descripción de los elementos del sistema.
- Definiciones.

Los manuales constan como anexo a este documento.

4.2.8 Aprobación del sistema

Una vez terminada la fase de construcción del sistema SGIA, se procedió a subir al servidor del INAMHI para que pueda ser probada por los usuarios el instituto con la finalidad de poder detectar algún tipo de problema con el sistema el momento de interactuar con los usuarios, a esta versión del sistema se la denomino Beta. Como constancia de este procedimiento, se elaboró un acta la misma que se encuentra adjunta a los anexos de este documento.

CAPÍTULO 5

PRUEBAS Y RESULTADOS

5.1 Implementación, aceptación y pruebas

Las pruebas ejecutadas en este capítulo, se las realizó una vez que el sistema SGIA fue montado en el servidor, esta es la diferencia con las pruebas unitarias, de integración y de sistema ya que por el contrario, ellas fueron realizadas en un ambiente local.

5.1.1 Pruebas de implantación del sistema

En la fase de implantación se solicitó cargar los controladores de aceptación para subir al servidor web Apache Tomcat 7 la aplicación SGIA.war, así como también los privilegios de usuario para conexión a la base de datos MCH. Con todo estos prerequisites que son necesarios para la puesta en marcha del sistema se obtendrá un correcto funcionamiento.

Tabla 29: Pruebas de implantación del sistema SGIA

FASE	03	IMPLANTACIÓN
ACTIVIDAD	01	Asegurar la carga inicial de datos
RESPONSABLES	Pablo Llerena Rodolfo Molina	
EJECUTOR	Administrador de Base de Datos.	
FECHA PREVISTA	SEPTIEMBRE 2013	
DESCRIPCIÓN	<ul style="list-style-type: none">- Carga de Datos Iniciales- Sistema en funcionamiento.	
ENTRADA	<ul style="list-style-type: none">- Documentación obtenida de la fase de implantación.	
SALIDA	<ul style="list-style-type: none">- Informe de datos cargados.- Certificación del correcto funcionamiento del sistema.	

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

5.1.2 Pruebas de aceptación del sistema

Las pruebas de aceptación tienen como fin validar que el sistema cumple los requisitos básicos de funcionamiento esperado y permitir que el usuario determine la aceptación del sistema. Por este motivo, estas pruebas son realizadas por el usuario final que, durante este período de tiempo, debe plantear todas las deficiencias o errores que encuentre antes de dar por aprobado el sistema definitivamente. (Manuel, 2013) (párr. 1)

Tabla 30: Pruebas de aceptación del sistema.

Pruebas Alfa (entorno desarrollo)			
Encargado : Pablo Llerena y Rodolfo Molina		Fecha : 20 / 08 / 2013	
Funcionalidad	Entorno de prueba	Resultado Prueba	Observaciones
Ingresar el nombre de usuario y contraseña	Pantalla para autenticar usuario	Vital	
Seleccionar código de estación y umbrales máximo y mínimo	Página de listado de estaciones	Vital	
Seleccionar cálculos con el botón siguiente o calcular	Página de cálculos de temperatura, precipitación, evaporación	Controlada	
Visualizar gráficos estadísticos y generación del boletín	Página para ver gráficos estadísticos, y botón para generación de boletín	Puede esperar	
pruebas beta (entorno cliente)			
Usuario : Ing. Rene Moya			
Fecha: 20 / 08 / 2013			
Prueba realizada	Observaciones		
Ingresar al sistema	El sistema no permitió el ingreso por que no fue registrado		
Registro de usuario	El usuario se registró satisfactoria mente		
Selección de estación digitando el código.	En este caso el usuario utilizó la opción digitar el código de estación.		
Seleccionar rango de fechas.			
Calcular derivados de temperatura.			
Ingreso de Umbrales tanto máximo como mínimo			
Selección de graficar resultados	Se observó los gráficos estadísticos.		
Cálculo de Precipitación Evaporación.			
Cálculos derivados de la evaporación.	Aquí se procedió a editar el coeficiente de Evaporación		
Chequear los resultados de Probabilísticos z y derivados de precipitación			
Graficar resultados			
Siguiente para generar boletín y visualizar uno por uno los gráficos estadísticos	A los gráficos se los pudo chequear, además el boletín impreso en formato pdf.		

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Estas pruebas se realizaron previas a la entrega oficial del sistema, con la finalidad de encontrar algún posible error por omisión de los requisitos solicitados por el departamento de Subproceso de Estudios e Investigación Meteorológica y fueron ejecutadas primeramente por los desarrolladores como prueba Alfa y posteriormente por el ingeniero Rene Moya, responsable de la aceptación del sistema SGIA como prueba Beta.

5.1.3 Presentación y aprobación del sistema

Con un minucioso proceso de pruebas a cargo del Ing. Rene Moya coordinador del departamento del Subproceso de Estudios e Investigación Meteorológica, el usuario administrador del sistema y los desarrolladores del mismo, se tomó como conclusión que la herramienta para realizar los boletines agroclimatológicos está operativo y listo para entrar en funcionamiento, cabe recalcar que la versión del sistema aprobado se considera como la final. El acta de aprobación final se encuentra adjunta a los anexos de este documento.

5.1.4 Capacitación de usuarios

Introducción

Según la propuesta de los usuarios se ve necesario realizar el siguiente plan de capacitación al personal del INAMHI, este tiene como objetivo capacitar al usuario para que pueda utilizar el sistema como herramienta de estudios agroclimatológicos.

Justificación

Para un buen uso del sistema es indispensable la creación de manuales de usuario, los mismos que describan paso a paso cómo se debe utilizar SGIA para su óptimo provecho así como también. Estos manuales serán de gran utilidad no solo para el personal actual que labora en la institución sino también para la gente nueva que se incorpore.

Objetivo

Generar capacidades en los usuarios finales para poder interactuar con el sistema y poder realizar las consultas necesarias en los temas agroclimatológicos.

Cronograma

Tabla 31: Plan de capacitación de usuarios

TEMA	DURACION	MODALIDAD	FACILITADORES	PARTICIPANTES
INTRODUCCIÓN	1 hora	Presencial	Pablo Llerena / Rodolfo Molina	EIM
DESCRIPCIÓN DE MODULOS	1 hora	Presencial	Pablo Llerena / Rodolfo Molina	EIM
OPERACIONES DEL SISTEMA	1 hora, 30 minutos	Presencial	Pablo Llerena / Rodolfo Molina	EIM
PREGUNTAS Y RESPUESTAS DEL SISTEMA	1 hora, 30 minutos	Presencial	Pablo Llerena / Rodolfo Molina	EIM
GESTOR ADMINISTRACIÓN	1 hora	Presencial	Pablo Llerena / Rodolfo Molina	Ing. René Moya

Elaborado por: Pablo Llerena y Rodolfo Molina

Definición de temas

- Introducción

Presentación del sistema SGIA, autores y responsable.

Expectativas registradas de los usuarios finales.

Manipulación del sistema con pruebas de operatividad.

- Módulos

En este espacio de tiempo se realizará una introducción general para luego explicar lo que realiza cada módulo, también se responderá a cada una de las preguntas que se presente en el momento.

- Operaciones del sistema

Se realizará una explicación de lo que realiza el sistema SGIA como por ejemplo las actividades de cálculos a realizarse y la presentación del producto final que es el boletín agroclimatológicos.

- Preguntas y respuestas sobre el sistema

Espacio donde se abrirá un fórum para resolver cada una de las inquietudes que tenga el personal del EIM.

- Gestor Administración

Explicación del módulo en las actividades de agregar, editar, eliminar usuarios y cambiar la dirección de correo administrador desde donde se enviará reportes a los usuarios que utilizarán el sistema SGIA, en si lo que debe hacer el usuario administrador para poder gestionar usuarios.

CONCLUSIONES

- a) El sistema SGIA constituye una solución informática que resuelve el problema de la elaboración de un boletín de índices agrícolas que satisfaga al usuario en la optimización de tiempo ya que suprime el proceso manual anteriormente usado por otro automatizado, permitiéndolos contar con información certificada, rápida y confiable.
- b) La utilización de herramientas de software libre para la elaboración de la aplicación, asegura la pronta escalabilidad debido a sus costos, logrando de esta manera cubrir requerimientos futuros que surjan para este proceso como por ejemplo la inclusión de un nuevo cálculo de variables climatológicas, siempre y cuando se siga las guías y directrices de programación utilizadas en el desarrollo y construcción del sistema informático.
- c) La falta de información en la base de datos ocasiona que las series de datos no sean continuas, lo que puede causar problemas para realizar los diferentes estudios agrícolas para los cuales esta información es necesaria.
- d) La información generada con el sistema SGIA permitirá al agricultor establecer un mejor uso del suelo ya que puede observar la periodicidad climática y así cultivar de acuerdo con las necesidades fenológicas de cada cultivo
- e) De acuerdo con el Plan Nacional del Buen Vivir y las Políticas Alimentarias Nutricionales que pretende dar apoyo técnico a los pequeños agricultores, el sistema SGIA se convertirá en una herramienta que ayude al agricultor o a las personas relacionadas con el sector agrícola a mejorar el rendimiento del cultivo dotando de una herramienta de cálculos de índice agroclimatológicos para poder tener una idea de cuán positivo es el cultivo en un sector o época del año.
- f) Con la información generada por el sistema SGIA, el agricultor puede mitigar adversidades climáticas en cultivos tales como las heladas agrícolas y de esta manera tomar acciones para evitar una pérdida total del cultivo.

- g)** Siguiendo las cuatro fases en las que se divide la metodología RUP, se puede manejar el proceso de una forma más organizada lo cual garantiza una producción de software de alta calidad y entrega del mismo dentro de un tiempo previsible, esto debido a que reduce la complejidad del mantenimiento y facilita la construcción de prototipos.

RECOMENDACIONES

- a)** Hacer un seguimiento continuo del proceso de generación de boletines climatológicos en busca de nuevas necesidades ya que el campo de la agroclimatología es muy amplio y de esta forma se garantiza la continuidad del sistema.
- b)** Capacitar correcta y continuamente a todo aquel usuario que utilice el sistema por primera vez para un correcto uso del mismo y lograr que el sistema se convierta en una herramienta de optimización de tiempo y no en una actividad que provoque congestión en otros procesos.
- c)** Para asegurar la continuidad del proyecto se propone la creación de una opción con métodos de relleno de series de datos meteorológicos a nivel diario, la cual consiste en formulas estadísticas para buscar valores aproximados con la finalidad de no eliminar información obtenida de la base de datos y tener resultados aún más confiables.
- d)** Como proyecto futuro se propone también agregar un módulo de georeferenciación con el cual los usuarios tengan referencia de algún lugar en específico con datos geográficos, sistema de coordenadas y datos climáticos del lugar.
- e)** Se debe difundir el sistema como un producto del INAMHI a otras instituciones relacionadas con tema, las cuales pueden tomar como base la información generada para realizar sus estudios.
- f)** El sistema SGIA podría ser utilizado como base para construir un sistema inteligente, el cual por medio de los resultados pueda sugerir la mejor opción a seguir para el usuario.
- g)** Se debe difundir la utilización del sistema y de los índices calculados que realiza el INAMHI a todas las instituciones relacionadas con la agricultura para que puedan planificar de mejor manera sus actividades.
- h)** El funcionario encargado de la administración del sistema debe tener conocimientos en JSF para poder implementar, modificar el sistema con la

finalidad de mantener un correcto funcionamiento del mismo, además conocer el funcionamiento de servidores web con soporte de servlets y JSPs para que si amerita, realizar un backup y poder instalar el sistema en otro ambiente.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aguirre de Carcer, I. (2009). *Apuntes de Meteorología y Climatología para el medio ambiente*. Madrid: Universidad Autonoma de Madrid.
- Ahrens, D. (2008). *Essentials of Meteorology* (Quinta ed.). Belmont, USA: Thomson Brooks/cole.
- Alvarez, M. (10 de enero de 2011). *desarrolloweb.com*. Recuperado el 20 de septiembre de 2013, de Que es XHTML: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/que-es-xhtml.html>
- Allen, C. J. (1976). *A modified sine wave method for calculating degree day*. Environmental Entomology.
- Altova. (2005). *Diagramas de Secuencia*. Recuperado el 21 de mayo de 2013, de <http://www.altova.com/es/umodel/sequence-diagrams.html>
- American Society of Civil Engineer. (1996). *Hydrology handbook*. U.S.A: ASCE.
- Apache Software Foundation. (3 de Oct de 2012). *Apache Tomcat 7*. Obtenido de User Guide. (A. S. Foundation, Editor): <http://tomcat.apache.org/tomcat-7.0-doc/introduction.html>
- Apache software foundation. (3 de octubre de 2012). *Apache Tomcat 7 User Guide*. (A. S. Foundation, Editor). Recuperado el 15 de abril de 2013, de <http://tomcat.apache.org/tomcat-7.0-doc/introduction.html>
- Apache Tomcat, 7. (2 de julio de 2013). *Directorios y Archivos*. Recuperado el 17 de agosto de 2013, de Directorios y Archivos: http://tomcat.apache.org/tomcat-7.0-doc/introduction.html#Directories_and_Files
- Aragon, M. L. (2011). *Principios de meteorología y climatología*. Madrid: Paraninfo.
- ARAGON, M. L. (2011). *Principios de meteorología y climatología*. Madrid: Paraninfo.
- Arellano, R., Carvajal, G., Moya, R., & Caravajal, M. (1992). *Cálculo de la evapotranspiración potencial por varios métodos para cien localidades Ecuatorianas*. Quito: INAMHI.
- Arguello, J., & Guachamin, B INAMHI. (1994). *Guia practica de observaciones meteorológicas de superficie*. Quito: Publicaciones INAMHI.
- Ascaso, A., & Casals, M . (1986). *Vocabulario de terminos meteorológicos y ciencias afines*. Madrid, España: Instituto nacional de meteorología España.
- Ascaso, A., & Casals, M Instituto nacional de meteorología España. (1986). *Vocabulario de terminos meteorológicos y ciencias afines*. Madrid, España: Instituto nacional de meteorología España.
- Auditorias de sistemas. (20 de junio de 2012). *Conceptos de auditoria*. Recuperado el 13 de febrero de 2013, de Auditoria: <http://grinheb.wordpress.com>
- Aumaile, B. (2002). *J2EE Desarrollo de aplicaciones web*. Barcelona: ENI.
- Baeir, W. O. (1993). *Guia de Practicas Agrometeorologicas*. OMM.

- Boletinagrario.com. (27 de 06 de 2013). *Página boletinagrario.com*. Recuperado el 13 de marzo de 2013, de Isotérmico-a: <http://www.boletinagrario.com/ap-6,isotermico,492.html>
- Brenes, A. &. (1995). *Elementos de la Climatología su aplicacion didáctica en Costa Rica*. Costa Rica: EUNED.
- Brenes, A., & Saborio, V. F. (1995). *Elementos de la Climatología su aplicacion didáctica en Costa Rica*. Costa Rica: EUNED.
- Candel, V. R. (1971). *Meteorología (Segunda ed.)*. Barcelona: Enciclopedia Labor.
- Carvajal, G. (2000). *Evaluacion del requerimiento hidrico en el sector agricola para las cuencas de los rios Chone, Protoviejo, Jama*. Quito.
- Catling, D. (30 de Agosto de 2009). Pérdidas en las atmósferas planetarias. *Scientific American*, de Atmósfera terrestre.
- Catling, D. (2009). Pérdidas en las atmósferas planetarias. *Scientific American*, 2.
- Cillero, M. (2013). *Manuel.cillero.es*. Recuperado el 03 de septiembre de 2013, de Pruebas de aceptación del sistema: <http://manuel.cillero.es/doc/metrica-3/procesos-principales/ias/actividad-6>
- ClubEnsayos. (17 de mayo de 2013). *Cualquier cosa*. Recuperado el 04 de junio de 2013, de La admósfera: <http://clubensayos.com/Temas-Variados/Cualquier-Cosa/770237.html>
- Conde, C. (2007). *El cambio climático global*. México D.F: Desconocido.
- Deinum, M., & Serneels, K. (2012). *Pro Spring MVC wiht web flow* (Primera ed.). New York, USA: Apress.
- Deitel, & Deitel. (2004). *Java Como Programar (Quinta ed.)*. Mexico: PEARSON.
- Deitel, & Deitel. (2004). *Java Como Programar (QUINTA ed.)*. MEXICO: PEARSON.
- Departamento de agroclimatología, INAMHI. (2003). *La evaporación un parametro meteorológico importante*. Quito: Publicaciones INAMHI.
- Departamento de Medio Ambinete y Ciencias del Suelo universidad de Lleida. (2001). *Agrometeorología*. Madrid: Mudi-Prensa.
- Diaz, W. (11 de mayo de 1998). *Metodo de Richardson*. Recuperado el 18 de abril de 2013, de Metodo de Richardson: <http://www.uv.es/~diaz/mn/node34.html>
- Domínguez, H. (2004). *Nuestra Atmósfera* (Segunda ed.). México D.F: Mundi-Prensa.
- Doorenbos, J., & Kassam, A. (1980). *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos*. Roma: FAO.
- Duran, F., Gutierrez, F., & Pimentel, E. (2007). *Programación Orientada a objetos con java*. Madrid, España: THOMSON.
- Emmanuel, G. (11 de abril de 2011). *Programación orientada a objetos y taller*. Recuperado el 31 de agosto de 2013, de Pruebas unitarias: <http://emmanuelgs.blogspot.com/>

- F.A.O. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (56 ed.). Roma, Italia: FAO.
- F.A.O. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (56 ed.). Roma, Italia: FAO.
- Fisura Lanza, R. (2009). *Meteorología y Oceanografía Patrones y Capitanes de yate*. Gobierno Vasco: Victoria-Gasteiz.
- Fray, K. E. (1983). *Calculations in cotton crop and insects models*. Oakland, California, USA: Department of agriculture.
- Fuentes, Y. (P. y. Ministerio de Agricultura, Ed.). (1989). *Iniciación a la Meteorología Agrícola*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Fuentes, Y. (1989). *Iniciación a la Meteorología Agrícola (P. y. Ministerio de Agricultura, Ed.)*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Galv3ez Rojas, S., & Ortega D3az, L. (2003). *Java a topo J2ME*. Malaga, Espa3a: ENI.
- Gloyne, R. W. (1988). *Componiendo apuntes para la formacion de personal agrometeorologico de las clases II y III*. OMM.
- Guijarro, J. (2002). Revista de Climatología . *Influencia de la intensidad de la precipitación en las medidas de los pluvi3metros de balanc3n en las islas baleares*, 11-12.
- Guti3rrez, R. (2008). *Papas nativas desafiando al cambio clim3tico*. Lima: ITDG.
- Hargreaves, G. H., & Samani, I. (1985). *Applied Engineering in Agriculture. Reference crop evapotranspiration from temperature*. Roma.
- Heuvel dop, J., Pardo Tasies, J., Quir3s Conejo, S., & Espinoza Prieto, L. (1986). *Agroclimatology Tropical*. San Jose, Costa Rica: EUNED.
- Horstmann, C. S. (13 de Mayo de 2013). *DZone Java Server Faces*. Recuperado el 18 de julio de 2013, de <http://refcardz.dzone.com/refcardz/javaserver-faces>
- Inamhi. (1996). *Guia para la observacion de la fenomenologia de los cultivos*. Departamento de agrometeorologia . Quito: Publicaciones Inamhi.
- INAMHI. (13 de mayo de 2012). *Conozca el Inamhi*. Recuperado el 27 de febrero de 2013, de <http://www.inamhi.gob.ec>: <http://www.inamhi.gob.ec/index.php/conozca-el-inamhi>
- Inamhi. (21 de noviembre de 2012). *Plan Estrat3gico Institucional*. Recuperado el 27 de febrero de 2013, de <http://www.inamhi.gob.ec/index.php/informacion-publica/2-organizacion-interna/196-plan-estrategico-institucional>
- INAMHI. (21 de noviembre de 2012). *Plan Estrat3gico Institucional*. Recuperado el 25 de junio de 2013, de [Página Inamhi: http://www.inamhi.gob.ec/index.php/informacion-publica/2-organizacion-interna/196-plan-estrategico-institucional](http://www.inamhi.gob.ec/index.php/informacion-publica/2-organizacion-interna/196-plan-estrategico-institucional)
- INAMHI, Arguello, J., & Guachamin, B. (1994). *Guia practica de observaciones meteorol3gicas de superficie*. Quito: Publicaciones INAMHI.

- INAMHI, Departamento de agrometeorología. (1996). *Guía para la observación de la fenomenología de los cultivos*. Quito.
- INAMHI, Moya, R. . (2006). *Climas del Ecuador*. Quito: Publicaciones INAMHI.
- INAMHI., Departamento de agroclimatología. (2003). *La evaporación un parametro meteorológico importante*. Quito: Publicaciones INAMHI.
- Instituto nacional de meteorología España Ascaso, A., & Casals, M. (1986). *Vocabulario de terminos meteorológicos y ciencias afines*. Madrid, España: Instituto nacional de meteorología España.
- Jacobi, J., & Fallows, J. (2006). *Pro JSF and Ajax Building rich internet componets*. New York, USA: APRESS.
- Jaramillo R., A., & J., S. (1980). *Diseño de un piranómetro*. Cenicafe, Colombia: Centro Nacional de Investigaciones de Café.
- Jaramillo Valbuena, S., Augusto Cardona, S., & Villa Zapata, D. (2008). *Programacion Avanzada en Java* (Primera ed.). Armenia, Colombia: ELIZCOM.
- Jaramillo Valbuena, S., Augusto Cardona, S., & Villa Zapata, D. (2008). *Programacion Avanzada en Java* (Primera ed.). Armenia, Colombia: ELIZCOM.
- Java. (noviembre de 2012). *Conosca mas sobre la tecnologia java*. Recuperado el 20 de abril de 2013, de <http://www.java.com/es/about/>
- Jones, P., Trenberth, K., & Ambenje, P. (2004). *Surface and Atmospheric Climate Change*.
- Jones, P., Trenberth, K., & Ambenje, P. (2004). *Surface and Atmospheric Climate Change*.
- Kroenke, D. M. (2003). *Procesamiento de bases de datos*. México: PERSON.
- Lafuente, G. J. (30 de octubre de 2001). *Gidis HomePage*. Recuperado el 12 de diciembre de 2012, de Diagrama de casos de uso: http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/personas/glafuente/uml/diagramas_de_casos_de_uso.html
- Latin America Hotel Reservation Systems. (2008). *Cygnus*. Recuperado el 17 de mayo de 2013, de Cygnus System: <http://cygnushlp.lahres.net/helpFiles/es/Administrator/Roles.aspx>
- Lhomme, J. P. (1984). *Elementos de Agroclimatología*. San José, Costa Rica: ORSTOM.
- Macario, P. (2013). *Pruebas de sistemas de información*. Recuperado el 31 de agosto de 2013, de Pruebas de sistema: <http://www.inf-cr.uclm.es/www/mpolo/asig/0708/phd/apuntesDoctorado.pdf>
- Manuel, C. (2013). *manuel.cillero.es*. Recuperado el 03 de septiembre de 2013, de Pruebas de aceptación del sistema: <http://manuel.cillero.es/doc/metrica-3/procesos-principales/ias/actividad-6>

- McGraw-Hill. (2010). *JavaServer Faces 2.0, The Complete Reference*. USA: McGrawHill.
- Melgarejo Moreno, P. (2000). *Tratado de Fruticultura para zonas árida y semiáridas*. Madrid: Mundi-Prensa.
- México. (2010). Comisión del cambio Climático. *Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Mexico: INE.
- Moya, R. INAMHI. (2006). *Climas del Ecuador*. Quito: Publicaciones INAMHI.
- Nutesca. (2012). *Nutesca*. Recuperado el 18 de 07 de 2013, de Clasificación de las nubes: http://www.nutesca.com/info_nubes.shtml
- Nutesca. (2012). *Nutesca*. Recuperado el 18 de julio de 2013, de Clasificación de las nubes: http://www.nutesca.com/info_nubes.shtml
- OMM, Baier, W. . (1993). *Guía de Prácticas Agrometeorológicas*. OMM.
- Organización Meteorológica Mundial [OMM]. (2011). Guía de prácticas meteorológicas. *Guía de prácticas meteorológicas*, 781.
- Organización Meteorológica Mundial, O. (2011). Guía de prácticas meteorológicas. *Guía de prácticas meteorológicas*, 781.
- Ortiz, S. (1987). *Elementos de la Agroclimatología cuantitativa* (Tercera ed.). Chapingo.
- Pérez García, A. (junio de 2013). *Adictos al trabajo*. Recuperado el 13 de julio de 2013, de JSF 2 ya está aquí !!! The JSF Return, ahora más sencillo que nunca !!!: <http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=jsf2Return>
- Prieto Bolívar, C. J. (2004). *El Agua sus formas, efectos , abastecimientos, usos, daños, control y conservación* (Segunda ed.). Bogotá, Colombia.: ECOE Ediciones.
- Rag Goyal, M., & Ramires Builes, V. H. (2007). *Elementos de la Agroclimatología*. Santa Rosa de Cabal, Risaralda, Colombia: UNISARC.
- Rapin, P. (2002). *Prontuario del frío (Tercera ed.)*. Sevilla: Publicaciones Digitales S.A.
- Repository, C. D. (1998). *Meteorological Tables*. Recuperado el 18 de abril de 2013, de Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements: <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e0j.htm#annex>
- Reyna Trujillo, T. (1983). *Importancia de las horas frío en fruticultura*. Mexico: UNAM.
- Rico, G., F., R., Figueroa, J., & López, C. (2008). *Daños a la salud por la contaminación atmosférica*. Toluca: Instituto Literario.
- Rico, G., F., R., Figueroa, J., & López, C. (2008). *Daños a la salud por la contaminación atmosférica*. Toluca: Instituto Literario.

- Risol. (1990). *Terminología, definiciones y simbología. Energías renovables y medio ambiente*.
- RISOL. (1990). *Terminología, definiciones y simbología. Energías renovables y medio ambiente*.
- Rodríguez Jiménez, R. M., Capa, B., & Portela Lozano, A. (2004). *Meteorología y Climatología*. Madrid: Villena Artes Gráficas.
- Rodríguez Vargas, A. (2007). *El cambio climático, agua y agricultura*. IICA.
- Rodríguez, H., & González, F. (1992). *Manual de irradiación solar*. Bogotá, Colombia: Departamento de Física.
- Sabbagh, J. &. (1973). *Correrlation of solar radiation*. Riyadh, Saudia, Arabia, Pakistan.
- Sabbagh, J., & Sayingh, A. (1973). *Correrlation of solar radiation*. Riyadh, Saudia, Arabia, Pakistan.
- Sabbagh, J., & Sayingh, A. (1973). *Correrlation of solar radiation and sunshine duration in Riyadh*. Riyadh, Saudia, Arabia, Pakistan.
- Santos, L. M. (18 de febrero de 2006). ACIS. Recuperado el 03 de julio de 2013, de Guía para la evaluación de seguridades en un sistema: <http://www.acis.org.co/memorias/JornadasSeguridad/IJNSI/>
- Sendiña, I., & Pérez, V. (2006). *Fundamentos de Meteorología*. España: Publicaciones Universidad Santiago de Compostela.
- Slafer, G., Miralles, D., Savin, R., Whitechurch, E., & Gonzalez, F. (2004). *Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en trigo*. Buenos Aires, Argentina: SRL.
- Terán, J. (2 de Julio de 2007). *Ciencias de la Tierra*. Recuperado el 27 de enero de 2013, de <http://jgteran-ciencia-de-la-tierra.blogspot.com/>
- The Apache Softweware Foundation. (Enero de 2004). *Apache License, Version 2.0*. Recuperado el 13 de abril de 2013, de <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>
- The Apache Softweware Foundation. (Enero de 2004). *Apache License, Version 2.0*. Obtenido de Apache License, Version 2.0: <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>
- Thibaud, C. (2006). *Mysql 5*. Barcelona, España: ENI.
- Thibaud, C. (2006). *MYSQL 5*. Barcelona, España: ENI.
- Valverde, T., Meave del Castillo, J., Carabias, J., & Cano, Z. (2005). *Ecología y medio Ambiente* (Primera ed.). Juarez, México: PEARSON G. Trujano.
- Veléz Bernal, D., & Carvajal, M. (2001). Heladas. *Aspectos agroclimatológicos del cálculo y pronóstico y temperaturas mínimas y heladas para la proteccion operativa de los cultivos*. Quito: INAMHI.

- Veléz Bernal, D., & Carvajal, M. (2001). Heladas. *Aspectos agroclimatológicos del cálculo y pronóstico y temperaturas mínimas y heladas para la protección operativa de los cultivos*. Quito, Pichincha, Ecuador: INAMHI.
- Vukotic, A., & Goodwill, J. (2011). *Apache Tomcat 7*. New York: APRESS.
- Weaver, J. (2007). *JavaFx Script*. New York: APRESS.
- Wikipedia. (9 de septiembre de 2013). Recuperado el 11 de septiembre de 2013, de Pruebas unitarias: http://es.wikipedia.org/wiki/Prueba_unitaria
- Wright Gilmore, J. (1980). Estimación de la radiación solar. *Revista Geografica de America central*, 166.
- Wright Gilmore, J. (1980). Estimación de la radiación solar. *Revista Geografica de America central*, 166.
- Wright Gilmore, J. (1980). Estimación de la radiación solar. *Revista Geografica de America central*, 166.
- Zambon, G., & Sekler, M. (2007). *JSF, JSP and Apache Tomcat Web Development*. New York: APRESS.

GLOSARIO

Biselado: Borde oblicuo.

Climatología: Ciencia o rama de las ciencias de la Tierra que se ocupa del estudio del clima y sus variaciones a lo largo del tiempo cronológico

Coeficiente: Elemento constante en una multiplicación.

Fenología agrícola: Aspecto de la biología que estudia los fenómenos ajustados a cierto ritmo periódico, como la floración, la maduración de los frutos, etc. Estos cambios estacionales están determinados por los factores físicos del ambiente y por mecanismos de regulación internos de las plantas. Se relacionan con el clima de la localidad en que ocurren y viceversa. De la fenología pueden sacarse secuencias relativas al clima y sobre todo al microclima, cuando ni uno ni otro se conocen debidamente.

Indices agrícolas: Indicador numérico relacionado al crecimiento del cultivo.

Irrradiación: Es la potencia recibida por una unidad de área superficial en un diferencial de longitud de onda.

Isotérmica: Cambio reversible en un sistema termodinámico, siendo dicho cambio a temperatura constante en todo el sistema.

Mensaje sinóptico: Código numérico que contiene información de las variables climáticas utilizada para la realización de pronósticos del tiempo.

Meteorología: Ciencia que estudia los fenómenos atmosféricos, las propiedades de la atmósfera, y en especial su relación con el tiempo atmosférico y la superficie de la tierra y mares:

Orografía: Parte de la geografía física que describe el relieve

Partículas meteoríticas: Pequeñas partículas de meteoritos desintegrados en la atmósfera.

Variables climatológicas: Valor numérico que representa cuantitativamente un fenómeno atmosférico.

SIGLAS

ADO	ActiveX Data Objects
AWT	Abstract Window Toolkit
CPT	Climate Predictability Tool
DAC	Dirección de Aviación Civil
DTD	Document Type Definition
EIM	Estudios e investigaciones Meteorológicas
ETP	Evapotranspiración Potencial
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GLP	General Public License
HTML	HyperText Markup Language.
HTTP	HyperText Transfer Protocol
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
JDBC	Java database conector
JRE	Java Runtime environment
JSF	Java Server Faces
JSP	Java Server Pages
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
MVC	Modelo Vista Controlador
ODBC	Open DataBase Connectivity
OLEDB	Object Linking and Embedding for Databases
RUP	Rational Unified Process
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SGBDR	Relational Database Management System
SGIA	Sistema de Gestión de Información Agroclimatológica
SNI	Secretaria Nacional de Información
SWT	Standard Widget Toolkit
VS	Versus
WMO	World Meteorological Organization
WRF	Werther Research and Forecasting
XML	Extensible Markup Language

ABREVIATURAS

ETP	Evapotranspiración potencial.
F(x)	Probabilidad de observación deseada.
GDD	Grados días de desarrollo.
HF	Horas frio.
Kp	Constante que depende del lugar de ubicación del tanque Evaporímetro.
PH	Probabilidad de Heladas.
PT	Probabilidad total.
Pz	Probabilidad teórica.
Tb	Temperatura base.
Th	Temperatura horaria.
Tmax	Temperatura máxima.
Tmin	Temperatura mínima.
Tmed	Temperatura media.
TT	Tiempo térmico.
UF	Unidades frio.
UFoto	Unidades fototérmicas.
UH	Última Helada.
UMax	Umbral máximo.
UMin	Umbral mínimo.
UT	Unidades Térmicas.
LOG	Lugar donde se recoger los mensajes que emite el sistema.